

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-118597

(P2002-118597A)

(43)公開日 平成14年4月19日(2002.4.19)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 L 12/56
12/46

1 0 0
2 0 0

H 0 4 L 12/56
12/46

1 0 0 Z 5 K 0 3 0
2 0 0 W 5 K 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 33 頁)

(21)出願番号 特願2001-38544(P2001-38544)

(22)出願日 平成13年2月15日(2001.2.15)

(31)優先権主張番号 特願2000-234235(P2000-234235)

(32)優先日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 河東 晴子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100099461

弁理士 溝井 章司 (外2名)

Fターム(参考) 5K030 GA01 HA08 HCD1 HCD9 HD03

JL01 JL07 JT03 LB05

5K033 AA01 CB08 CB14 CCD1 DA05

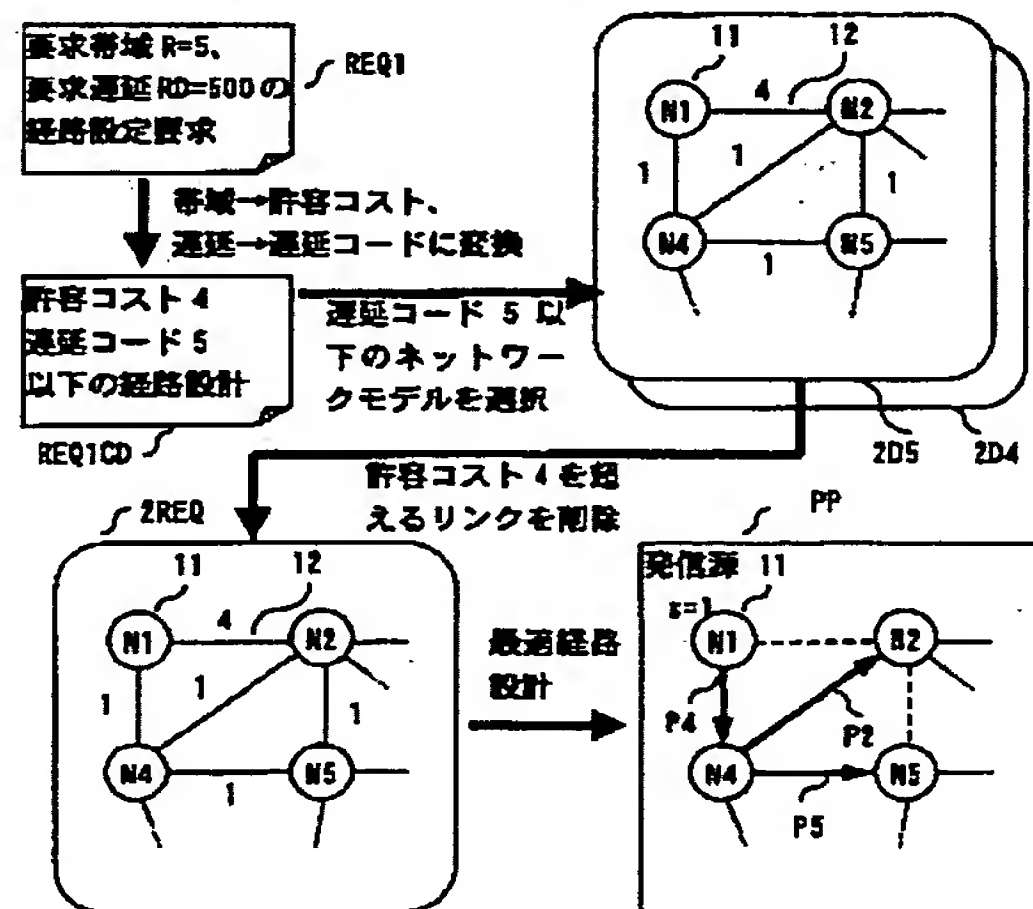
(54)【発明の名称】 通信経路設定装置、通信経路設定方法、及び通信経路設定方法をコンピュータに実行させるためのプログラム

(57)【要約】

【課題】 リンクの複数の通信特性レベル値を考慮して、複数ノード間の経路設計を行う。

【解決手段】 複数のリンクの各々に第一通信特性レベル値(有効帯域に基づくコスト等)と第二通信特性レベル値(遅延コード等)を設定し、第二通信特性レベル値に基づいて各リンクの第一通信特性レベル値を分類して複数のネットワークモデル2D4、2D5を作成し、第二通信特性レベル値に対する要求(遅延コード5)に基づいて複数のネットワークモデルから一つのネットワークモデル2D5を選択し、第一の通信特性レベル値に対する要求(許容コスト4)を超えるリンクを選択したネットワークモデル2D5より削除した後、最適経路の設計を行う。

実施の形態1における最適経路設計の流れを示す図
(個別の経路設計の要求に依存する処理)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノードと複数のリンクとを有するネットワークに関して、前記複数のノード間の通信経路の設定を行う通信経路設定装置において、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第一の通信特性のレベルを示す第一通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第一通信特性リンク情報を作成する第一通信特性リンク情報作成部と、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第二の通信特性のレベルを示す第二通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第二通信特性リンク情報を作成する第二通信特性リンク情報作成部と、前記第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記第一通信特性リンク情報に含まれる第一通信特性レベル値と前記第二通信特性リンク情報作成部により作成された前記第二通信特性リンク情報に含まれる第二通信特性レベル値とを前記複数のリンクの各々のリンクについて関連づけ、前記第一通信特性レベル値に関連づけられた前記第二通信特性レベル値を用いて前記第一通信特性リンク情報を前記第二通信特性レベル値ごとに分類し、前記第二通信特性レベル値ごとに分類された複数の分類第一通信特性リンク情報を作成する分類第一通信特性リンク情報作成部と、前記分類第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報のうち少なくとも一つ以上の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定部とを有することを特徴とする通信経路設定装置。

【請求項2】 前記通信経路設定装置は、更に、前記分類第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、特定の分類第一通信特性リンク情報を選択する分類第一通信特性リンク情報選択部を有し、前記通信経路設定部は、前記分類第一通信特性リンク情報選択部により選択された前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定部とを有することを特徴とする請求項1に記載の通信経路設定装置。

【請求項3】 前記通信経路設定装置は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得部を有し、前記分類第一通信特性リンク情報選択部は、前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、前記要求取得部により取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を選択することを特徴とする請求項2に記載の通信経路設定装置。

【請求項4】 前記通信経路設定装置は、更に、

前記第一通信特性レベル値についての要求値である要求第一通信特性レベル値を取得する要求取得部と、前記特定の分類第一通信特性リンク情報に含まれる前記第一通信特性レベル値のうち前記要求取得部により取得された前記要求第一通信特性レベル値に合致しない第一通信特性レベル値を無効とする第一通信特性レベル値無効部とを有し、

前記経路設定部は、前記第一通信特性レベル値無効部により無効にされた第一通信特性レベル値を含む前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定することを特徴とする請求項2に記載の通信経路設定装置。

【請求項5】 前記通信経路設定部は、前記分類第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報の各々を用いて、前記複数の分類第一通信特性リンク情報ごとに複数の通信経路を設定し、

前記通信経路設定装置は、更に、

前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得部と、前記通信経路設定部により設定された前記複数の通信経路から、前記要求取得部により取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を用いて設定された通信経路を選択する通信経路選択部とを有することを特徴とする請求項1に記載の通信経路設定装置。

【請求項6】 前記通信経路設定装置は、更に、前記複数のリンクの各々に設定された第一通信特性レベル値と前記第二通信特性レベル値とを前記複数のノードに通知する通知パケットであって、前記第一通信特性レベル値を少なくとも32ビット以上の二進数で表し、前記第二通信特性レベル値の各レベル値ごとに設けられた所定のビットをセットすることにより前記第二通信特性レベル値を表す通知パケットを作成する通知パケット作成部を有することを特徴とする請求項1に記載の通信経路設定装置。

【請求項7】 前記通信経路設定装置は、更に、前記通知パケット作成部により作成された前記通知パケットを前記複数のノードに送信する通知パケット送信部を有し、

前記通知パケット作成部は、前記通知パケット送信部による前記通知パケットの送信の送信間隔を30分以下の任意の時間に設定することを特徴とする請求項6に記載の通信経路設定装置。

【請求項8】 複数のノードと複数のリンクとを有するネットワークに関して、前記複数のノード間の通信経路の設定を行う通信経路設定方法において、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第一の通信特性のレ

ベルを示す第一通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第一通信特性リンク情報を作成する第一通信特性リンク情報作成ステップと、

前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第二の通信特性のレベルを示す第二通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第二通信特性リンク情報を作成する第二通信特性リンク情報作成ステップと、

前記第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第一通信特性リンク情報に含まれる第一通信特性レベル値と前記第二通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第二通信特性リンク情報に含まれる第二通信特性レベル値とを前記複数のリンクの各々のリンクについて関連づけ、前記第一通信特性レベル値に関連づけられた前記第二通信特性レベル値を用いて前記第一通信特性リンク情報を前記第二通信特性レベル値ごとに分類し、前記第二通信特性レベル値ごとに分類された複数の分類第一通信特性リンク情報を作成する分類第一通信特性リンク情報作成ステップと、

前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報のうち少なくとも一つ以上の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定ステップとを有することを特徴とする通信経路設定方法。

【請求項9】 前記通信経路設定方法は、更に、前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、特定の分類第一通信特性リンク情報を選択する分類第一通信特性リンク情報選択ステップを有し、前記通信経路設定ステップは、前記分類第一通信特性リンク情報選択ステップにより選択された前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定ステップとを有することを特徴とする請求項8に記載の通信経路設定方法。

【請求項10】 前記通信経路設定方法は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得ステップを有し、前記分類第一通信特性リンク情報選択ステップは、前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、前記要求取得ステップにより取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を選択することを特徴とする請求項9に記載の通信経路設定方法。

【請求項11】 前記通信経路設定方法は、更に、前記第一通信特性レベル値についての要求値である要求

第一通信特性レベル値を取得する要求取得ステップと、前記特定の分類第一通信特性リンク情報に含まれる前記第一通信特性レベル値のうち前記要求取得ステップにより取得された前記要求第一通信特性レベル値に合致しない第一通信特性レベル値を無効とする第一通信特性レベル値無効ステップとを有し、

前記経路設定ステップは、前記第一通信特性レベル値無効ステップにより無効にされた第一通信特性レベル値を含む前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定することを特徴とする請求項9に記載の通信経路設定方法。

【請求項12】 前記通信経路設定ステップは、前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報の各々を用いて、前記複数の分類第一通信特性リンク情報ごとに複数の通信経路を設定し、

前記通信経路設定方法は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得ステップと、前記通信経路設定ステップにより設定された前記複数の通信経路から、前記要求取得ステップにより取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を用いて設定された通信経路を選択する通信経路選択ステップとを有することを特徴とする請求項8に記載の通信経路設定方法。

【請求項13】 前記通信経路設定方法は、更に、前記複数のリンクの各々に設定された第一通信特性レベル値と前記第二通信特性レベル値とを前記複数のノードに通知する通知パケットであって、前記第一通信特性レベル値を少なくとも32ビット以上の二進数で表し、前記第二通信特性レベル値の各レベル値ごとに設けられた所定のビットをセットすることにより前記第二通信特性レベル値を表す通知パケットを作成する通知パケット作成ステップを有することを特徴とする請求項8に記載の通信経路設定方法。

【請求項14】 前記通信経路設定方法は、更に、前記通知パケット作成ステップにより作成された前記通知パケットを前記複数のノードに送信する通知パケット送信ステップを有し、

前記通知パケット作成ステップは、前記通知パケット送信ステップによる前記通知パケットの送信の送信間隔を30分以下の任意の時間に設定することを特徴とする請求項13に記載の通信経路設定方法。

【請求項15】 複数のノードと複数のリンクとを有するネットワークに関して、前記複数のノード間の通信経路の設定を行う通信経路設定方法において、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第一の通信特性のレベルを示す第一通信特性レベル値が前記各々のリンクご

とに設定されたリンク識別情報である第一通信特性リンク情報を作成する第一通信特性リンク情報作成ステップと、

前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第二の通信特性のレベルを示す第二通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第二通信特性リンク情報を作成する第二通信特性リンク情報作成ステップと、

前記第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第一通信特性リンク情報に含まれる第一通信特性レベル値と前記第二通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第二通信特性リンク情報に含まれる第二通信特性レベル値とを前記複数のリンクの各々のリンクについて関連づけ、前記第一通信特性レベル値に関連づけられた前記第二通信特性レベル値を用いて前記第一通信特性リンク情報を前記第二通信特性レベル値ごとに分類し、前記第二通信特性レベル値ごとに分類された複数の分類第一通信特性リンク情報を作成する分類第一通信特性リンク情報作成ステップと、

前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報のうち少なくとも一つ以上の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定ステップとを有する通信経路設定方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項16】 無線通信ネットワークの複数の無線ノードと無線ノード間の無線リンクに関し、無線ノードの隣接関係と無線リンクの属性を用いて、発信無線ノードと着信無線ノードの無線ノード間の経路を設定する装置であって、以下の要素を含む、無線通信ネットワークの通信経路設定装置

複数の無線ノードに対し、無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンクの属性を予め記憶する記憶部；始点ノードである発信無線ノード及び終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定部；前記発信無線ノード及び前記着信無線ノードのいずれか一方の無線ノードに対し、二値からなる状態数のうちいずれか一方の値の状態数を設定し、その他の各無線ノードに対して、他方の値の状態数を設定する初期化部；前記一方の無線ノードに設定された一方の値の状態数と、前記その他の各無線ノードに設定された他方の値の状態数とを変化させずに経時的に推移させて、状態数の経時的な推移を記録し、

前記一方の無線ノードに隣接する無線ノードから順に、前記その他の各無線ノードと各無線ノードに隣接する無線ノードとの間の無線リンクの属性に基づいて、前記その他の各無線ノードに隣接する無線ノードに対する状態数の記録の中から無線リンクの属性に対応する一つの状態数の記録を参照し、参照した状態数の値が前記一方の

値である場合に、前記その他の各無線ノードの状態数を前記他方の値から前記一方の値に変化させ、

前記その他の各無線ノードに設定された状態数の値を前記他方の値から前記一方の値へ変化させる迄は前記他方の値にて状態数を経時的に推移させて記録し、状態数を前記他方の値から前記一方の値へ変化させた後は前記一方の値にて状態数を経時的に推移させて記録する状態数変化部；前記その他の各無線ノードに設定された状態数の前記一方の値への変化を検出し、変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出部；前記検出部における検出結果に基づき、前記変化を誘引した隣接無線ノードを経路を設定する無線ノードとして、逐次、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノード側から他方の無線ノード側に向かって選定する選定部。

【請求項17】 前記選定部は、以下の第1の選定部と第2の選定部とから構成されることを特徴とする請求項16に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定装置
着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノードについて、隣接する無線ノードの状態数の前記一方の値への変化に基づき、前記隣接する無線ノードの中から、前記一方の無線ノードとの接続を設定する設定無線ノードを選定する第1の選定部；設定無線ノードとして選定された無線ノードについて、前記検出部による検出結果に基づき、隣接する無線ノードの中から自無線ノードとの接続を設定する無線ノードを選定することを、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち他方の無線ノードが選定される迄、逐次遂行する第2の選定部。

【請求項18】 前記状態数変化部は、以下の状態数算出部から構成されることを特徴とする請求項16または請求項17に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定装置
隣接無線ノードに対する無線リンク属性に基づく時間前の状態数の値に基づき、状態数を算出する状態数算出部。

【請求項19】 前記記憶部は、無線リンクの属性として無線強度を記憶し、

前記状態数変化部は、無線リンクの属性として無線強度を用いることを特徴とする請求項16に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定装置。

【請求項20】 前記状態数変化部と検出部とをハードウェア論理回路で実現することを特徴とする請求項16～19のいずれかに記載の無線通信ネットワークの通信経路設定装置。

【請求項21】 前記状態数変化部と検出部は、記憶部に記憶された各無線ノード毎に異なる無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンク属性の利用を複数の同一のハードウェア回路で実現することを特徴とする請求項20に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定装置。

【請求項22】 無線通信ネットワークの複数の無線ノードと無線ノード間の無線リンクに関し、無線ノード

の隣接関係と無線リンクの属性を用いて、発信無線ノードと着信無線ノードの無線ノード間の経路を設定する方法であって、以下のステップを含む、無線通信ネットワークの通信経路設定方法

複数個の無線ノードに対し、無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンクの属性を予め記憶する記憶ステップ；始点ノードである発信無線ノード及び終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定ステップ；前記発信無線ノード及び前記着信無線ノードのいずれか一方の無線ノードに対し、二値からなる状態数のうちいずれか一方の値の状態数を設定し、その他の各無線ノードに対して、他方の値の状態数を設定する初期化ステップ；前記一方の無線ノードに設定された一方の値の状態数と、前記その他の各無線ノードに設定された他方の値の状態数とを変化させずに経時的に推移させて、状態数の経時的な推移を記録し、前記一方の無線ノードに隣接する無線ノードから順に、前記その他の各無線ノードと各無線ノードに隣接する無線ノードとの間の無線リンクの属性に基づいて、前記その他の各無線ノードに隣接する無線ノードに対する状態数の記録の中から無線リンクの属性に対応する一つの状態数の記録を参照し、参照した状態数の値が前記一方の値である場合に、前記その他の各無線ノードの状態数を前記他方の値から前記一方の値に変化させ、前記その他の各無線ノードに設定された状態数の値を前記他方の値から前記一方の値へ変化させる迄は前記他方の値にて状態数を経時的に推移させて記録し、状態数を前記他方の値から前記一方の値へ変化させた後は前記一方の値にて状態数を経時的に推移させて記録する状態数変化ステップ；前記その他の各無線ノードに設定された状態数の前記一方の値への変化を検出し、変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出ステップ；前記検出ステップにおける検出結果に基づき、前記変化を誘引した隣接無線ノードを経路を設定する無線ノードとして、逐次、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノード側から他方の無線ノード側に向かって選定する選定ステップ。

【請求項23】 前記選定ステップは、以下の第1の選定ステップと第2の選定ステップとから構成されることを特徴とする請求項22に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定方法

着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノードについて、隣接する無線ノードの状態数の前記一方の値への変化に基づき、前記隣接する無線ノードの中から、前記一方の無線ノードとの接続を設定する設定無線ノードを選定する第1の選定ステップ；設定無線ノードとして選定された無線ノードについて、前記検出ステップによる検出結果に基づき、隣接する無線ノードの中から自無線ノードとの接続を設定する無線ノードを選定することを、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち他方の無線ノードが選定される迄、逐次遂行する第2の選

定ステップ。

【請求項24】 前記状態数変化ステップは、以下の状態数算出ステップから構成されることを特徴とする請求項22または請求項23に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定方法

隣接無線ノードに対する無線リンク属性に基づく時間前の状態数の値に基づき、状態数を算出する状態数算出ステップ。

【請求項25】 前記記憶ステップは、無線リンクの属性として無線強度を記憶し、前記状態数変化ステップは、無線リンクの属性として無線強度を用いることを特徴とする請求項22に記載の無線通信ネットワークの通信経路設定方法。

【請求項26】 無線通信ネットワークの複数個の無線ノードと無線ノード間の無線リンクに関し、無線ノードの隣接関係と無線リンクの属性を用いて、発信無線ノードと着信無線ノードの無線ノード間の経路を設定する方法であって、以下のステップを含む、無線通信ネットワークの通信経路設定方法をコンピュータに実行させるためのプログラム

複数個の無線ノードに対し、無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンクの属性を予め記憶する記憶ステップ；始点ノードである発信無線ノード及び終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定ステップ；前記発信無線ノード及び前記着信無線ノードのいずれか一方の無線ノードに対し、二値からなる状態数のうちいずれか一方の値の状態数を設定し、その他の各無線ノードに対して、他方の値の状態数を設定する初期化ステップ；前記一方の無線ノードに設定された一方の値の状態数と、前記その他の各無線ノードに設定された他方の値の状態数とを変化させずに経時的に推移させて、状態数の経時的な推移を記録し、

前記一方の無線ノードに隣接する無線ノードから順に、前記その他の各無線ノードと各無線ノードに隣接する無線ノードとの間の無線リンクの属性に基づいて、前記その他の各無線ノードに隣接する無線ノードに対する状態数の記録の中から無線リンクの属性に対応する一つの状態数の記録を参照し、参照した状態数の値が前記一方の値である場合に、前記その他の各無線ノードの状態数を前記他方の値から前記一方の値に変化させ、

前記その他の各無線ノードに設定された状態数の値を前記他方の値から前記一方の値へ変化させる迄は前記他方の値にて状態数を経時的に推移させて記録し、状態数を前記他方の値から前記一方の値へ変化させた後は前記一方の値にて状態数を経時的に推移させて記録する状態数変化ステップ；前記その他の各無線ノードに設定された状態数の前記一方の値への変化を検出し、変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出ステップ；前記検出ステップにおける検出結果に基づき、前記変化を誘引した隣接無線ノードを経路を設定する無線ノードとして、逐

次、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノード側から他方の無線ノード側に向かって選定する選定ステップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、インターネット等のデータ通信のデータの経路を設定するルーティング装置、ルーティング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来例1. インターネット標準の仕様化を行う主要団体であるIETF (Internet Engineering Task Force) が発行している、インターネット標準ドキュメントであるRFC (Request for Comments) シリーズの2676番であるQoS Routing Mechanisms and OSPF Extensions、通称QOSPFと呼ばれる、従来のルーティング方式について、まず説明する。ここでQoSはQuality of Serviceすなわち通信品質、OSPFはOpen Shortest Path Firstを指す。RFC2676は、既にインターネットで広く使用されているルーティングプロトコルであるRFC2383番のOSPF Version 2において、経路の通信品質を考慮できるようにしたOSPFの拡張方式である。

【0003】図31は、ルーティングを行うネットワークの例である。図において、1はルーティングの対象となる通信ネットワーク、11は通信信号の発着中継を行うルーターに代表されるノード N_i ($i=1, 2, \dots, 9$)、12はノード N_i と N_j 間の物理接続回線であるリンク、各ノード11の円内に記載されている番号は各々のノードの番号で、ノード N_i の添字 i がこれに対応する。ここでノード N_i とノード N_j 間のリンクには方向性があるものとし、ノード N_i から N_j へ向かうリンクをリンク L_{ij} と記す。一般にはリンク L_{ij} とリンク L_{ji} は異なるが、図31の例では、便宜上全てのリンク12は両方向性とする。リンク12のそれぞれの有効帯域が、リンク上に記してある。リンク L_{ij} の有効帯域 C_{ij} とは、リンク L_{ij} の帯域のうち、使用可能な帯域を示す。

【0004】各々のノード11には最適経路設計を行う機能が設けられている。全てのノード11では、通信ネットワーク1全体のトポロジー情報を、それぞれのノード11のメモリーに保有している。このトポロジー情報をあらわしたものが、図4に示すトポロジー帯域表TPBWである。図において、 i 行 j 列の要素(i, j)が、リンク L_{ij} の有効帯域 C_{ij} を示す。このルーティング方式では、図4に示すトポロジー情報をもとに、各ノード11につき、そのノードを発信源として通信ネットワーク1内の全ての他のノード11を宛先とした最適

経路を設計する。この従来方式における最適経路とは、下記の条件を満たす経路である。

(1) 経由するノードの数が最小

(2) 経路の有効帯域が要求帯域以上

発信源から宛先ノードまでに経由するノード数をホップ数とも呼び、例えば3個のノードを経由した経路を3ホップ経路と呼ぶことがある。また、経路の有効帯域とは、経路中のリンクの有効帯域の最小値となる。

【0005】次に、この方式における最適経路設計の手順を説明する。ここでは、ノード N_1 において、ノード N_1 を発信源としてノード N_2 から N_9 を宛先とする経路設計を行う場合の例について示す。他のノードにおける経路設計も、同様に行うことができる。この最適経路設計は、経路設計要求が発生する前に、あらかじめ行っておく。図32、図33、図34は、最適経路設計に使用するルーティング表である。ルーティング表は、図32のルーティング帯域表RBW、図33のルーティング進行ノード表RNB、図34の変化ノードルーティング表RCHから構成される。これらのルーティング表において、第 i 行は通信ネットワーク1のノード N_i に対応し、行数は通信ネットワーク1の総ノード数 $n_t=9$ となっている。また、第 j 列は経路設計の更新周期 t に対応している。この方式では、原理的に、更新周期 t はその更新周期で得られる経路の最大ホップ数と等しくなっており、ルーティング表の列数は、経路設計で許容する経路の最大ホップ数と等しくなっている。これらのルーティング表の要素(i, j)は、ノード N_1 からノード N_i までの、更新周期 j 即ちホップ数 j 以下での、最適経路に関する値を示す。第1行が*となっているのは、ノード N_1 は発信源であり、第1行の値は意味を持たないためである。図32のルーティング帯域表RBWの要素(i, j)はノード N_i の更新周期 j での最適経路の有効帯域、図33のルーティング進行ノード表RNBの要素(i, j)は上記最適経路の進行ノードを示す。図34の変化ノードルーティング表RCHの要素(i, j)は、更新周期 j にノード N_i の最適経路が変化した場合に1となり、最適経路算出の際に用いる。

【0006】次に、図35につき、この方式における最適経路設計の手順を説明する。図35は、最適経路設計の手順を示すフロー図である。図において、ステップSP1からステップSP5は更新周期 $t=1$ の場合の初期設定、ステップSP6からステップSP11は更新周期 t が規定された最大ホップ数 H になるまで繰り返される手順である。初期設定では、まずステップSP1で更新周期 $t=1$ とおく。次にステップSP2で、ルーティング帯域表(図32)とルーティング進行ノード表(図33)の各要素をゼロに初期化する。次にステップSP3で、ルーティング帯域表第1列の発信源直結ノードの行に、直結リンクの帯域を記入する。図32の例では、第1列の第2行に8を、第4行に2000を記入する。次にステ

ップSP4で、ルーチング進行ノード表第1列の発信源直結ノードの行に、発信源ノードを記入する。図33の例では、第1列の第2行と第4行に1を記入する。次にステップSP5で、変化ノードルーチング表第1列の、発信源直結ノードの行を1にする。図34の例では、第1列の第2行と第4行を1にする。

【0007】次にステップSP6で、更新周期 t を1だけ増加して、次の更新周期の処理を開始する。次にステップSP7で、ルーチング帯域表第 $t-1$ 列を第 t 列にコピーする。図32の例では、第2列に第1列の(*, 8, 0, 2000, 0, 0, 0, 0, 0)をコピーする。次にステップSP8で、変化ノードルーチング表第 $t-1$ 列が1の行のノード($i=i_1, i_2, \dots$)に注目する。図34の例では、第1列が1のノードN2とN4に注目する。次にステップSP9で、上記ノード i に関して、ルーチング帯域表の($i, t-1$)要素とトポロジー帯域表の(i, j)要素の小さい方の値 x が、ルーチング帯域表の(j, t)要素 y より大きい場合には、 y を x に書き換える。但し j はノード N_i とリンク L_{ij} で接続されている全ノード N_j のノード番号である。また、ルーチング進行ノード表の(j, t)要素を、 x の行番号 i に更新する。

【0008】図32と図4の例では、まず $i=2$ の場合、 j は1, 3, 4, 5, 6となるが、1は発信源であるので、除く。図32の($2, 1$)=8と、図4の($2, 3$)=1800または($2, 4$)=1000または($2, 5$)=1700または($2, 6$)=400とをそれぞれ比較する。その結果 $j=3$ の場合の最小値 x は8であり、 $j=4$ の場合の最小値 x は8であり、 $j=5$ の場合の最小値 x は8であり、 $j=6$ の場合の最小値 x は8であることがわかる。これらをそれぞれ図32の($j, 2$)要素である y と比較する。ステップSP7において説明したように、($j, 2$)には(*, 8, 0, 2000, 0, 0, 0, 0, 0)が記入されているので、 $j=3$ の場合は $y=(3, 2)=0$ であり、 $j=4$ の場合は $y=(4, 2)=2000$ であり、 $j=5$ の場合は $y=(5, 2)=0$ であり、 $j=6$ の場合は $y=(6, 2)=0$ である。図32に記されている値は更新周期 t が終了した時点の値であり、説明の現時点での値は上記ステップSP7でコピーした値であって、両者は異なるので、注意を要する。その結果、 $j=3$ の場合の最大値は $x=8$ であり、 $j=4$ の場合の最大値は $y=2000$ であり、 $j=5$ の場合の最大値は $x=8$ であり、 $j=6$ の場合の最大値は $x=8$ であることがわかる。 $j=3$ と5と6の場合は、図32の第2列の値を最大値である x の値に書き換える。次にステップSP10で、ノード j を書き換えた場合は、変化ノードルーチング表(j, t)を1にする。ここでは、 $j=3$ と5と6の場合について、図34の($3, 2$)と($5, 2$)と($6, 2$)を1にする。次にステップSP11で、変化ノード

ルーチング表で($i, t-1$)=1の全ての i につき更新完了したかの判断を行う。ここでは、 $i=4$ の場合の更新を行う必要があるので、ステップSP8に戻る。

【0009】次に、図4に示された $i=4$ の場合に注目すると、1は1, 2, 5, 7となるが、 j は発信源であるので、除く。 $j=2, 5, 7$ について、 $i=2$ の場合と同様に更新を行う。更新後、ステップSP11で、 $i=2$ と $i=4$ の全ての i につき更新完了したことを判断し、次ステップに進む。次にステップSP12で、更新周期 t が規定の最大ホップ数に達したか否かの判断を行う。最大ホップ数を特に規定しない場合は、原理上、全ノード数 n_t となる。この例では、更新周期 $t=2$ は全ノード数 $n_t=9$ に達していないので、ステップSP6に戻って、 $n_t=9$ まで更新を繰り返す。このようにして、図32、図33、図34のルーチング表を完成させる。この場合は、更新周期 $t=6$ 以降は値が変化しないので、記載を省略してある。

【0010】以上のようにして図32、図33、図34のルーチング表を完成させた。次に、実際にノード N_s からノード N_d への要求帯域 R の経路を抽出する手順を述べる。図36はこの手順を示すフロー図である。まずステップSP21で、ルーチング帯域表(図32)の第 d 行を、第1列、第2列…の順に右方向へ参照し、要素(d, j_1)が R 以上の値となる要素を探す。例えば、ノード $N_s=N_1$ から $N_d=N_6$ へ要求帯域 $R=100$ の経路を抽出する場合は、まず図32の表RBWの第6行を、第1列から順に右方向へ参照し、要素が100以上の値となる($6, 3$)=400に到達する。次にステップSP22で、ルーチング進行ノード表の(d, j_1)要素 d_2 が、求める経路の一個手前のノード番号になる。上記の例では、図33の表RNBの($6, 3$)要素2が、求める経路の一個手前のノード番号になる。次にステップSP23で、ルーチング進行ノード表の、1列左の(d_2, j_1-1)要素 d_3 が、求める経路の更に一個手前のノード番号になる。上記の例では、図33の表RNBの($2, 2$)要素4が、求める経路の更に一個手前のノード番号になる。次にステップSP24で、ルーチング進行ノード表の、1列左の、前ステップで求めた要素の列の要素が、求める経路の更に一個手前のノード番号になる。上記の例では、図33の表RNBの($1, 4$)要素1が、求める経路の更に一個手前のノード番号になる。次にステップSP25で、ルーチング進行ノード表の第1列、即ち求めたノード番号が発信源の s か否かの判断を行い、発信源に達するまでステップSP24を繰り返す。上記の例では、既に発信源1に達しているので、ここで終了となる。

【0011】従来例2. IETFのRFC2383番であるOSPF Version 2ルーチングプロトコル(以下適宜、OSPFと略記する)において、通信ネットワークのトポロジー情報を各ノードに通知するため

の、LAS (Link State Advertisements: リンク状態広告) と呼ばれる機能について説明する。OSPFのルータ用LSAは図37に示す様式を有する(RFC2383付録A)。図において、第0行から第4行は、LSAに共通のヘッダであり、第5行はルータ用LSAに特有のヘッダである。第0行の第24から31ビットはLSAのタイプを示す場所で、1はルータ用LSAとなる。第5行の第16から31ビットの# Linksは、当該ルータに接続されているリンクの数を示す。第6行から第10行は、そのうちの一つのリンクに関する情報を示す。第6行のLink IDはリンクの識別子を示す。第7行のLink Dataは、リンクのタイプに応じた特性を示す。リンクのタイプは、第8行の第1から7ビットのTypeで示す。第8行の第8から15ビットの# TOSでは、当該リンクで提供される異なるサービスタイプの数(追加分)を示す。サービスタイプが一個の場合は、# TOSはゼロとなる。第8行の第16から31ビットのmetricは、当該リンクを特徴付ける属性(コスト)を示す。第10行では、サービスタイプが1以上の場合に、そのタイプのmetricなどを示す。第9行は、サービスタイプの個数分だけ第10行が繰り返されることを示す。第11行以降は、次のリンクに対して第6から10行の様式が繰り返される。OSPFバージョン2では、古いバージョンのOSPFとの整合性のために複数のサービスタイプをサポートする機能を有するが、実際にはほとんど使用されていない。

【0012】次に、通信ネットワークのトポロジー情報を更新する頻度、即ちLSAを送付する頻度について説明する。OSPFにおけるパラメータは、プロトコルで固定的に規定されている定数と、事情に応じて変更できる変数に分類できる。変数は、さらに、全体的に適用されるグローバル変数、当該ルータ周辺のエリアに適用されるエリア変数、当該ルータのインタフェースに適用されるルータインタフェース変数等に分類される。OSPFにおいて、LSA送付の頻度を制御する代表的なパラメータは下記のとおりである。

定数

LSRefreshTime: あるLSAを再発生する最大間隔。30分に固定。

MaxAge: 1個のLSAの寿命。1時間に固定。

MinLSInterval: あるLSAを再発生する最小間隔。5秒に固定。

MinLSArrival: あるLSAを再受信する最小間隔。1秒に固定。

CheckAge: LSAのチェックサムが検査される間隔。5分に固定。

MaxAgeDiff: あるLSAが受信される時間差の最大値。15分に固定。

変数

RxmtInterval: LSA再送を行う場合の待機時間。参考値は5秒。

【0013】従来例3. OSPFの上記のLSAの一つの拡張方法である、IETFのRFC2370番であるThe Opaque LSA Option (以下適宜、Opaque LSAと略記する)に示されるLSAについて説明する。図38は、Opaque LSAのLSAの様式を示す。図において、第0行から第4行は、LSAに共通のヘッダである。第1行の第24から31ビットはLSAのタイプを示す場所で、Opaque LSAにおいては、LSAを広告する範囲を示す。9はリンクローカル、10はエリアローカル、11は自律システム全域となっている。第1行はIETFの規定に沿って拡張性のために設けられた部分であり、現在は使用していない。図の第5行以降のOpaque Informationは、適用法に応じて使用することができる。図38のOpaque型LSAを用いることは、OSPFのハローパケットと呼ばれるパケットのオプション部で示される。図39に通常のOSPFのハローパケットのオプション部、図29にOpaque型のハローパケットのオプション部を示す。図の第1ビットに0ビットがセットされている場合は、Opaque型であることを示す。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来例1のルーティング方式では、最適経路設計を行う際に、各リンク12のコストを実質上1に固定し、経路全体のコストは、経由するノード数(ホップ数)のみを考慮していた。各リンクを特徴付ける値として有効帯域を使用しているが、設定経路内の各リンクの有効帯域と要求帯域の大小比較を行うのみで、経路のコストには有効帯域の情報は組み込まれていなかった。なお、リンクのコストとは、一般に、距離、伝送品質、遅延等のリンクの属性を示すパラメータを指す。また、従来例1のルーティング方式では、各リンクを特徴付ける数値として有効帯域のみを考慮しており、遅延等の他の属性の考慮の仕方は示されていなかった。このため、ホップ数が少なく、かつ要求帯域を上回る経路が存在する場合は、他の条件を鑑みずにそれを選択してしまうという問題点があった。また、従来例2においては、各リンクを特徴付けるメトリックあるいはコストを記載する部分として、第8行の第16から31ビットの16ビットしか割り当てられていなかった。このため、リンクの帯域等広範囲の値をとる属性値を記載することが困難であった。

【0015】この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、最適経路設計を行う際に、各リンク12の有効帯域をそのリンクのコストに組み込み、有効帯域が大きければ大きいほどそのリンク12を選択したい度合いが強まるようにしたものである。また、リンク12を特徴付ける数値として、有効帯域のみなら

ず、遅延を代表とする他の品質パラメータも考慮出来るようにしたものである。更に、従来例3に示すOpaque型のLSAを使用して、OSPFを拡張することも目的の一つとする。

【0016】また、上記のような従来例1のルーティング方式を始めとする大部分のルーティング方式では、最適経路計算をパソコンやワークステーションで行うことを前提としており、最適経路計算に時間がかかる上、多数の無線端末をネットワーク内に配置する場合に、各々の端末に経路設計機能を組込むことは困難であるという問題点があった。

【0017】この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、最適経路設計をパソコンやワークステーション等の机上用コンピュータで行うのではなく、ハードウェア論理回路に実装して行うことにより、高速な経路計算を可能とするものである。また、ハードウェア論理回路で実現することにより、LSI化が容易となり、小型化、低価格化により、経路設計装置を無線インターネット内に多数配置される無線端末毎に組込むことを可能とするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】この発明に係る通信経路設定装置は、複数のノードと複数のリンクとを有するネットワークに関して、前記複数のノード間の通信経路の設定を行う通信経路設定装置において、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第一の通信特性のレベルを示す第一通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第一通信特性リンク情報を作成する第一通信特性リンク情報作成部と、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第二の通信特性のレベルを示す第二通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第二通信特性リンク情報を作成する第二通信特性リンク情報作成部と、前記第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記第一通信特性リンク情報に含まれる第一通信特性レベル値と前記第二通信特性リンク情報作成部により作成された前記第二通信特性リンク情報に含まれる第二通信特性レベル値とを前記複数のリンクの各々のリンクについて関連づけ、前記第一通信特性レベル値に関連づけられた前記第二通信特性レベル値を用いて前記第一通信特性リンク情報を前記第二通信特性レベル値ごとに分類し、前記第二通信特性レベル値ごとに分類された複数の分類第一通信特性リンク情報を作成する分類第一通信特性リンク情報作成部と、前記分類第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報のうち少なくとも一つ以上の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定部とを有することを特徴とする。

【0019】前記通信経路設定装置は、更に、前記分類第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、特定の分類第一通信特性リンク情報を選択する分類第一通信特性リンク情報選択部を有し、前記通信経路設定部は、前記分類第一通信特性リンク情報選択部により選択された前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定部とを有することを特徴とする。

【0020】前記通信経路設定装置は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得部を有し、前記分類第一通信特性リンク情報選択部は、前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、前記要求取得部により取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を選択することを特徴とする。

【0021】前記通信経路設定装置は、更に、前記第一通信特性レベル値についての要求値である要求第一通信特性レベル値を取得する要求取得部と、前記特定の分類第一通信特性リンク情報に含まれる前記第一通信特性レベル値のうち前記要求取得部により取得された前記要求第一通信特性レベル値に合致しない第一通信特性レベル値を無効とする第一通信特性レベル値無効部とを有し、前記経路設定部は、前記第一通信特性レベル値無効部により無効にされた第一通信特性レベル値を含む前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定することを特徴とする。

【0022】前記通信経路設定部は、前記分類第一通信特性リンク情報作成部により作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報の各々を用いて、前記複数の分類第一通信特性リンク情報ごとに複数の通信経路を設定し、前記通信経路設定装置は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得部と、前記通信経路設定部により設定された前記複数の通信経路から、前記要求取得部により取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を用いて設定された通信経路を選択する通信経路選択部とを有することを特徴とする。

【0023】前記通信経路設定装置は、更に、前記複数のリンクの各々に設定された第一通信特性レベル値と前記第二通信特性レベル値とを前記複数のノードに通知する通知パケットであって、前記第一通信特性レベル値を少なくとも32ビット以上の二進数で表し、前記第二通信特性レベル値の各レベル値ごとに設けられた所定のビットをセットすることにより前記第二通信特性レベル値を表す通知パケットを作成する通知パケット作成部を有することを特徴とする。

【0024】前記通信経路設定装置は、更に、前記通知

パケット作成部により作成された前記通知パケットを前記複数のノードに送信する通知パケット送信部を有し、前記通知パケット作成部は、前記通知パケット送信部による前記通知パケットの送信の送信間隔を30分以下の任意の時間に設定することを特徴とする。

【0025】この発明に係る通信経路設定方法は、複数のノードと複数のリンクとを有するネットワークに関して、前記複数のノード間の通信経路の設定を行う通信経路設定方法において、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第一の通信特性のレベルを示す第一通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第一通信特性リンク情報を作成する第一通信特性リンク情報作成ステップと、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第二の通信特性のレベルを示す第二通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第二通信特性リンク情報を作成する第二通信特性リンク情報作成ステップと、前記第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第一通信特性リンク情報に含まれる第一通信特性レベル値と前記第二通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第二通信特性リンク情報に含まれる第二通信特性レベル値とを前記複数のリンクの各々のリンクについて関連づけ、前記第一通信特性レベル値に関連づけられた前記第二通信特性レベル値を用いて前記第一通信特性リンク情報を前記第二通信特性レベル値ごとに分類し、前記第二通信特性レベル値ごとに分類された複数の分類第一通信特性リンク情報を作成する分類第一通信特性リンク情報作成ステップと、前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報のうち少なくとも一つ以上の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定ステップとを有することを特徴とする。

【0026】前記通信経路設定方法は、更に、前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、特定の分類第一通信特性リンク情報を選択する分類第一通信特性リンク情報選択ステップを有し、前記通信経路設定ステップは、前記分類第一通信特性リンク情報選択ステップにより選択された前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定ステップとを有することを特徴とする。

【0027】前記通信経路設定方法は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得ステップを有し、前記分類第一通信特性リンク情報選択ステップは、前記複数の分類第一通信特性リンク情報から、前記要求取得ステップにより取得された前記要求第二通信特性レベル値に

合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を選択することを特徴とする。

【0028】前記通信経路設定方法は、更に、前記第一通信特性レベル値についての要求値である要求第一通信特性レベル値を取得する要求取得ステップと、前記特定の分類第一通信特性リンク情報に含まれる前記第一通信特性レベル値のうち前記要求取得ステップにより取得された前記要求第一通信特性レベル値に合致しない第一通信特性レベル値を無効とする第一通信特性レベル値無効ステップとを有し、前記経路設定ステップは、前記第一通信特性レベル値無効ステップにより無効にされた第一通信特性レベル値を含む前記特定の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定することを特徴とする。

【0029】前記通信経路設定ステップは、前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報の各々を用いて、前記複数の分類第一通信特性リンク情報ごとに複数の通信経路を設定し、前記通信経路設定方法は、更に、前記第二通信特性レベル値についての要求値である要求第二通信特性レベル値を取得する要求取得ステップと、前記通信経路設定ステップにより設定された前記複数の通信経路から、前記要求取得ステップにより取得された前記要求第二通信特性レベル値に合致する第二通信特性レベル値に基づいて分類された分類第一通信特性リンク情報を用いて設定された通信経路を選択する通信経路選択ステップとを有することを特徴とする。

【0030】前記通信経路設定方法は、更に、前記複数のリンクの各々に設定された第一通信特性レベル値と前記第二通信特性レベル値とを前記複数のノードに通知する通知パケットであって、前記第一通信特性レベル値を少なくとも32ビット以上の二進数で表し、前記第二通信特性レベル値の各レベル値ごとに設けられた所定のビットをセットすることにより前記第二通信特性レベル値を表す通知パケットを作成する通知パケット作成ステップを有することを特徴とする。

【0031】前記通信経路設定方法は、更に、前記通知パケット作成ステップにより作成された前記通知パケットを前記複数のノードに送信する通知パケット送信ステップを有し、前記通知パケット作成ステップは、前記通知パケット送信ステップによる前記通知パケットの送信の送信間隔を30分以下の任意の時間に設定することを特徴とする。

【0032】本発明に係る通信経路設定方法をコンピュータ実行させるためのプログラムは、複数のノードと複数のリンクとを有するネットワークに関して、前記複数のノード間の通信経路の設定を行う通信経路設定方法において、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第一の通信

特性のレベルを示す第一通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第一通信特性リンク情報を作成する第一通信特性リンク情報作成ステップと、前記複数のリンクの各々のリンクを識別するリンク識別情報であって、前記各々のリンクの第二の通信特性のレベルを示す第二通信特性レベル値が前記各々のリンクごとに設定されたリンク識別情報である第二通信特性リンク情報を作成する第二通信特性リンク情報作成ステップと、前記第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第一通信特性リンク情報に含まれる第一通信特性レベル値と前記第二通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記第二通信特性リンク情報に含まれる第二通信特性レベル値とを前記複数のリンクの各々のリンクについて関連づけ、前記第一通信特性レベル値に関連づけられた前記第二通信特性レベル値を用いて前記第一通信特性リンク情報を前記第二通信特性レベル値ごとに分類し、前記第二通信特性レベル値ごとに分類された複数の分類第一通信特性リンク情報を作成する分類第一通信特性リンク情報作成ステップと、前記分類第一通信特性リンク情報作成ステップにより作成された前記複数の分類第一通信特性リンク情報のうち少なくとも一つ以上の分類第一通信特性リンク情報を用いて前記複数のノード間の前記通信経路を設定する通信経路設定ステップとを有する通信経路設定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【0033】本発明に係る無線通信ネットワークの通信経路設定装置は、無線通信ネットワークの複数の無線ノードと無線ノード間の無線リンクに関し、無線ノードの隣接関係と無線リンクの属性を用いて、発信無線ノードと着信無線ノードの無線ノード間の経路を設定する装置であって、以下の要素を含むことを特徴とする。複数の無線ノードに対し、無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンクの属性を予め記憶する記憶部；始点ノードである発信無線ノード及び終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定部；前記発信無線ノード及び前記着信無線ノードのいずれか一方の無線ノードに対し、二値からなる状態数のうちいずれか一方の値の状態数を設定し、その他の各無線ノードに対して、他方の値の状態数を設定する初期化部；前記一方の無線ノードに設定された一方の値の状態数と、前記その他の各無線ノードに設定された他方の値の状態数とを変化させずに経時的に推移させて、状態数の経時的な推移を記録し、前記一方の無線ノードに隣接する無線ノードから順に、前記その他の各無線ノードと各無線ノードに隣接する無線ノードとの間の無線リンクの属性に基づいて、前記その他の各無線ノードに隣接する無線ノードに対する状態数の記録の中から無線リンクの属性に対応する一つの状態数の記録を参照し、参照した状態数の値が前記一方の値である場合に、前記その他の各無線ノードの状態数を前記他方の値から前記一方の値に変化させ、前記そ

の他の各無線ノードに設定された状態数の値を前記他方の値から前記一方の値へ変化させる迄は前記他方の値にて状態数を経時的に推移させて記録し、状態数を前記他方の値から前記一方の値へ変化させた後は前記一方の値にて状態数を経時的に推移させて記録する状態数変化部；前記その他の各無線ノードに設定された状態数の前記一方の値への変化を検出し、変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出部；前記検出部における検出結果に基づき、前記変化を誘引した隣接無線ノードを経路を設定する無線ノードとして、逐次、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノード側から他方の無線ノード側に向かって選定する選定部。

【0034】前記選定部は、以下の第1の選定部と第2の選定部とから構成されることを特徴とする。着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノードについて、隣接する無線ノードの状態数の前記一方の値への変化に基づき、前記隣接する無線ノードの中から、前記一方の無線ノードとの接続を設定する設定無線ノードを選定する第1の選定部；設定無線ノードとして選定された無線ノードについて、前記検出部による検出結果に基づき、隣接する無線ノードの中から自無線ノードとの接続を設定する無線ノードを選定することを、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち他方の無線ノードが選定される迄、逐次逐行する第2の選定部。

【0035】前記状態数変化部は、以下の状態数算出部から構成されることを特徴とする。隣接無線ノードに対する無線リンク属性に基づく時間前の状態数の値に基づき、状態数を算出する状態数算出部。

【0036】前記記憶部は、無線リンクの属性として無線強度を記憶し、前記状態数変化部は、無線リンクの属性として無線強度を用いることを特徴とする。

【0037】前記無線通信ネットワークの通信経路設定装置は、前記状態数変化部と検出部とをハードウェア論理回路で実現することを特徴とする。

【0038】前記状態数変化部と検出部は、記憶部に記憶された各無線ノード毎に異なる無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンク属性の利用を複数の同一のハードウェア回路で実現することを特徴とする。

【0039】本発明に係る無線通信ネットワークの通信経路設定方法は、無線通信ネットワークの複数の無線ノードと無線ノード間の無線リンクに関し、無線ノードの隣接関係と無線リンクの属性を用いて、発信無線ノードと着信無線ノードの無線ノード間の経路を設定する方法であって、以下のステップを含むことを特徴とする。複数の無線ノードに対し、無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンクの属性を予め記憶する記憶ステップ；始点ノードである発信無線ノード及び終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定ステップ；前記発信無線ノード及び前記着信無線ノードのいずれか一方の無線ノードに対し、二値からなる状態数のうちい

ずれか一方の値の状態数を設定し、その他の各無線ノードに対して、他方の値の状態数を設定する初期化ステップ；前記一方の無線ノードに設定された一方の値の状態数と、前記その他の各無線ノードに設定された他方の値の状態数とを変化させずに経時的に推移させて、状態数の経時的な推移を記録し、前記一方の無線ノードに隣接する無線ノードから順に、前記その他の各無線ノードと各無線ノードに隣接する無線ノードとの間の無線リンクの属性に基づいて、前記その他の各無線ノードに隣接する無線ノードに対する状態数の記録の中から無線リンクの属性に対応する一つの状態数の記録を参照し、参照した状態数の値が前記一方の値である場合に、前記その他の各無線ノードの状態数を前記他方の値から前記一方の値に変化させ、前記その他の各無線ノードに設定された状態数の値を前記他方の値から前記一方の値へ変化させる迄は前記他方の値にて状態数を経時的に推移させて記録し、状態数を前記他方の値から前記一方の値へ変化させた後は前記一方の値にて状態数を経時的に推移させて記録する状態数変化ステップ；前記その他の各無線ノードに設定された状態数の前記一方の値への変化を検出し、変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出ステップ；前記検出ステップにおける検出結果に基づき、前記変化を誘引した隣接無線ノードを経路を設定する無線ノードとして、逐次、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノード側から他方の無線ノード側に向かって選定する選定ステップ。

【0040】前記選定ステップは、以下の第1の選定ステップと第2の選定ステップとから構成されることを特徴とする。着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノードについて、隣接する無線ノードの状態数の前記一方の値への変化に基づき、前記隣接する無線ノードの中から、前記一方の無線ノードとの接続を設定する設定無線ノードを選定する第1の選定ステップ；設定無線ノードとして選定された無線ノードについて、前記検出ステップによる検出結果に基づき、隣接する無線ノードの中から自無線ノードとの接続を設定する無線ノードを選定することを、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち他方の無線ノードが選定される迄、逐次逐行する第2の選定ステップ。

【0041】前記状態数変化ステップは、以下の状態数算出ステップから構成されることを特徴とする。隣接無線ノードに対する無線リンク属性に基づく時間前の状態数の値に基づき、状態数を算出する状態数算出ステップ。

【0042】前記記憶ステップは、無線リンクの属性として無線強度を記憶し、前記状態数変化ステップは、無線リンクの属性として無線強度を用いることを特徴とする。

【0043】本発明に係る無線通信ネットワークの通信経路設定方法をコンピュータに実行させるためのプログ

ラムは、無線通信ネットワークの複数個の無線ノードと無線ノード間の無線リンクに関し、無線ノードの隣接関係と無線リンクの属性を用いて、発信無線ノードと着信無線ノードの無線ノード間の経路を設定する方法であって、以下のステップを含む、無線通信ネットワークの通信経路設定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。複数個の無線ノードに対し、無線ノードの隣接関係と無線ノード間の無線リンクの属性を予め記憶する記憶ステップ；始点ノードである発信無線ノード及び終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定ステップ；前記発信無線ノード及び前記着信無線ノードのいずれか一方の無線ノードに対し、二値からなる状態数のうちいずれか一方の値の状態数を設定し、その他の各無線ノードに対して、他方の値の状態数を設定する初期化ステップ；前記一方の無線ノードに設定された一方の値の状態数と、前記その他の各無線ノードに設定された他方の値の状態数とを変化させずに経時的に推移させて、状態数の経時的な推移を記録し、前記一方の無線ノードに隣接する無線ノードから順に、前記その他の各無線ノードと各無線ノードに隣接する無線ノードとの間の無線リンクの属性に基づいて、前記その他の各無線ノードに隣接する無線ノードに対する状態数の記録の中から無線リンクの属性に対応する一つの状態数の記録を参照し、参照した状態数の値が前記一方の値である場合に、前記その他の各無線ノードの状態数を前記他方の値から前記一方の値に変化させ、前記その他の各無線ノードに設定された状態数の値を前記他方の値から前記一方の値へ変化させる迄は前記他方の値にて状態数を経時的に推移させて記録し、状態数を前記他方の値から前記一方の値へ変化させた後は前記一方の値にて状態数を経時的に推移させて記録する状態数変化ステップ；前記その他の各無線ノードに設定された状態数の前記一方の値への変化を検出し、変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出ステップ；前記検出ステップにおける検出結果に基づき、前記変化を誘引した隣接無線ノードを経路を設定する無線ノードとして、逐次、着信無線ノード及び発信無線ノードのうち一方の無線ノード側から他方の無線ノード側に向かって選定する選定ステップ。

【0044】

【発明の実施の形態】実施の形態1. この発明は、特開平09-116573号および特開平11-55312による最適経路設計方法を用いて、既にインターネットで広く使用されているルーティングプロトコルであるRFC2383番のOSPF Version 2において、経路の通信品質を考慮できるようにしたOSPFの拡張方式である。この発明の最適経路設計は、特開平09-116573号（特願平8-44865号）の実施の形態7で示した最適経路設計法の応用で、発信ノードsを基準にして経路設計を行う実施の形態10に示す方法に基くものである。

【0045】図1はこの発明の実施の形態1に係る通信経路設定装置がルーティングを行う通信ネットワークの例である。図において、1はルーティングの対象となる通信ネットワーク、11は通信信号の発着中継を行うルーターに代表されるノード N_i ($i=1, 2, \dots, 9$)、12はノード N_i と N_j 間の物理接続回線であるリンク、12SLはノード N_i と N_j 間の衛星接続回線である衛星回線リンク、各ノード11の円内に記載されている番号は各々のノードの番号で、ノード N_i の添字 i がこれに対応する。ここでノード N_i とノード N_j 間のリンクには方向性があるものとし、ノード N_i から N_j 向かうリンクをリンク L_{ij} と記す。一般にはリンク L_{ij} とリンク L_{ji} は異なるが、図1の例では、便宜上全てのリンク12は両方向性とする。各リンク12には、リンク12の通信特性の一つとしてそれぞれの有効帯域が記されている。リンク L_{ij} の有効帯域 C_{ij} とは、リンク L_{ij} の帯域のうち、使用可能な帯域を示す。また、リンク12の別の通信特性である伝送遅延についても、衛星回線リンク12SLと通常のリンク12の伝送遅延の例を図3のリンクと遅延の対応表LKDLに示す。衛星回線リンク12SLの遅延は300ミリ秒、通常のリンク12の遅延は20ミリ秒と、衛星回線リンクの遅延は非常に大きい。

【0046】図1において図示していないが、各々のノード11には本実施の形態に係る通信経路設定装置100が設けられている。図2は、通信経路設定装置100の機能ブロック図である。図2において、101は各ノード11で発生する経路設定要求を取得する要求取得部である。102は、通信ネットワーク1全体のトポロジー情報を記録しているトポロジー情報記録部である。トポロジー情報は、図4に示すトポロジー帯域表TPBW、図5に示すトポロジー遅延表TPDL等から構成される。103は、第一通信特性リンク情報（例えば、図8に示すトポロジーコスト表TPC）を作成する第一通信特性リンク情報作成部である。なお、第一通信特性リンク情報の詳細については後述する。104は、第二通信特性リンク情報（例えば、図9に示すトポロジー遅延コード表TPDLC）を作成する第二通信特性リンク情報作成部である。なお、第二通信特性リンク情報については後述する。105は、第一通信特性リンク情報（例えば、図8に示すトポロジーコスト表TPC）を第二通信特性レベル値（例えば、遅延コード）に基づいて分類し、分類された複数の分類第一通信特性リンク情報（例えば、図14のトポロジー遅延別コスト表（遅延コード5以下）TPCD5又は図15のトポロジー遅延別コスト表（遅延コード4以下）TPCD4）を作成する分類第一通信特性リンク情報作成部である。分類第一通信特性リンク情報の詳細についても後述する。106は、複数の分類第一通信特性リンク情報から特定の分類第一通信特性リンク情報を選択する分類第一通信特性リ

ンク情報選択部である。前出の例では、図14と図15に示すトポロジー遅延別コスト表のうち、例えば、図14のトポロジー遅延別コスト表を選択する。107は、分類第一通信特性リンク情報選択部により選択された分類第一通信特性リンク情報に含まれるリンク情報を無効にする第一通信特性レベル値無効部である。例えば、図14のトポロジー遅延別コスト表に含まれる要素(4, 5)=1を無効にして(4, 5)= ∞ にするといった処理を行う。108は、ノード11間の最適経路設計を行う通信経路設定部である。109は、通信ネットワークのトポロジー情報を他のノードに通知するための通知パケットを作成する通知パケット作成部である。110は、通知パケット作成部109において作成された通知パケットを他のノード11に向けて送信する通知パケット送信部である。なお、これら101~110の各機能をコンピュータに実行させるためのプログラムとすることが可能であり、また、これら101~110の各機能のコンピュータプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録することも可能である。

【0047】次に、図4及び図5に示すトポロジー情報について説明する。図4のトポロジー帯域表TPBWでは、リンクの第一の通信特性の例として有効帯域が示されている。図4のトポロジー帯域表TPBWでは i 行 j 列の要素(i, j)が、リンク L_{ij} の有効帯域 C_{ij} を示す。図5のトポロジー遅延表TPDLでは、リンクの第二の通信特性の例として遅延が示されている。図5のトポロジー遅延表TPDLでは、 i 行 j 列の要素(i, j)が、リンク L_{ij} の遅延 D_{ij} を示す（単位はミリ秒）。例えば、リンク L_{12} は通常のリンクなので、図3より遅延は20msとなり、図5のトポロジー遅延表TPDLの D_{12} は20となっている。一方、リンク L_{45} は衛星回線リンクなので、 D_{45} は300となっている。なお、本明細書では第一の通信特性の例として有効帯域を、第二の通信特性の例として遅延を扱っているが、この他の通信特性についても同様に適用可能である。

【0048】次に、第一通信特性リンク情報について説明する。第一通信特性リンク情報とは、各リンクの第一の通信特性（有効帯域）を所定のレベル値（第一通信特性レベル値）に変換し、変換したレベル値（第一通信特性レベル値）をリンクごとに表す情報であり、例えば、図8に示すトポロジーコスト表TPCにおいて示される情報である。図8のトポロジーコスト表TPCは、図4のトポロジー帯域表TPBWの帯域を、図6の有効帯域とコストの対応表BWCS Tに従ってコスト W_{ij} に変換したものである。図8においては、コスト W_{ij} が第一通信特性レベル値である。そして、図8のトポロジーコスト表TPCに対応するネットワーク図は図10である。リンクのコストとは、一般に、距離、伝送品質、遅延等のリンクの属性を示すパラメータで、その値の大き

さに比例して、当該リンクの選択を回避したい度合いが高まるように設定する。この実施の形態におけるリンクのコストは、その有効帯域に依存している。有効帯域は、大きいほど、当該リンクを選択したい度合いが高いので、コストは増減が逆になるように設定する必要がある。即ち、有効帯域が大きい程コストは小さく、有効帯域が小さい程コストは大きくなるように、コストを設定する。コストを有効帯域の逆数としてもよいが、有効帯域の細かい変動に敏感に対応するよりも、広範囲の有効帯域をカバーすることを目的として、ここでは、コストを有効帯域の桁数の逆順になるようにとる。図8のトポロジーコスト表TPCで無限大となっている要素は、実際は、他の要素に比べて十分大きな数に設定することを示す。なお、以下の説明では、コストを第一通信特性レベル値として、図8のトポロジーコスト表を第一の通信特性リンク情報として説明する。

【0049】次に、第二通信特性リンク情報とは、各リンクの第二の通信特性（遅延）を所定のレベル値（第二通信特性レベル値）に変換し、変換したレベル値（第二通信特性レベル値）をリンクごとに表す情報であり、例えば、図9のトポロジー遅延コード表TPDLC Dにおいて示される情報である。図9のトポロジー遅延コード表TPDLC Dは、図5のトポロジー遅延表TPDLの遅延を、図7の遅延と遅延コードの対応表DLCDに従ってコード化したものである。即ち、図9においては、遅延DC_iが第二通信特性レベル値である。リンクL₁₂の遅延D₁₂は20msであり、図7の遅延コードに置き換えると4となり、図9のトポロジー遅延コード表TPDLC DのDC₁₂には4が記入される。同様に、リンクL₄₅の遅延D₁₂は300msであり、図7の遅延コードに置き換えると5となり、図9のトポロジー遅延コード表TPDLC DのDC₁₂には5が記入される。図7の遅延コード対応表DLCDでは、8段階に渡って遅延を分類しているが、この分類表を部分的に使用することや、分類方法を変更することも可能である。なお、以下の説明では、遅延を第二通信特性レベル値として、図9のトポロジー遅延コード表を第二の通信特性リンク情報として説明する。

【0050】この通信経路設定装置100では、図4と図5、及びこれらから作成した図8と図9に示すトポロジー情報をもとに、各ノード11につき、そのノードを発信源として通信ネットワーク1内の全ての他のノード11を宛先とした最適経路を設計する。この発明における最適経路とは、下記の条件を満たす経路である。

- (1) 経路のコストが最小
- (2) 経路の有効帯域が要求帯域以上
- (3) 経路内の各リンクの遅延の最大値が要求遅延以下
但し、経路のコストとは、経路内のリンクおよびノードのコストの総和である。ここでは便宜上、ノードのコストはゼロとするが、ノードのコストがゼロでない場合

は、ノードに隣接するリンクのコストにノードのコストを加算することで、容易に拡張できる。また、経路の有効帯域とは、経路中の各リンクの有効帯域の最小値となる。また、(3)の条件は、経路内の全リンクの遅延の総和が要求遅延以下ということではなく、経路内の各リンクの遅延の最大値が要求帯域以下ということである。

【0051】次に、この実施の形態の通信経路設定装置100の最適経路設計の流れを、図12および図13について説明する。図12は、この実施の形態における最適経路設計において、個別の経路設計の要求に依存しない処理である。個別の経路設計が発生する前にあらかじめ行っておくことができる。図12の通信ネットワーク1は、図1の通信ネットワーク1と同じものであるが、図12では簡単のため、ノードN1の周辺のみを示している。図12の他のネットワーク図についても、同様に一部分のみを示している。前述のように、図12の通信ネットワーク1は、図4のトポロジー帯域表TPBWおよび図5のトポロジー遅延表TPDLで特徴付けられている。通信ネットワーク1の各リンクの帯域を、図6の帯域コストの対応表BWCS Tによってコストに変換したものが、ネットワークモデル2である。ネットワークモデル2は、図8のトポロジーコスト表TPCで特徴付けられる。ネットワークモデル2の全体は、図10で示される。また、図の表面には明示されないが、遅延特性は図5のトポロジー遅延表TPDLで特徴付けられる。

【0052】ネットワークモデル2を、許容遅延によって分類したのが、遅延コード別ネットワークモデル2D4および2D5である。それぞれの図の全体は、図10および図11で示される。遅延コードx以下のリンクによるネットワークモデル2D_xは、ネットワークモデル2において、遅延コードがxを超えるリンクを削除し、遅延コードがx以下のリンクのみを抽出したものである。つまり、ネットワークモデル2D4とは、遅延コードが4を超えるリンクを削除し、遅延コードが4以下のリンクを抽出したものであり、ネットワークモデル2D5とは、遅延コードが5を超えるリンクを削除し、遅延コードが5以下のリンクを抽出したものである。ネットワークモデル2D4を示した図10とネットワークモデル2D5を示した図11とを比較すると図10に表されているL45及びL78が図11では削除されている。これは、L45及びL78の衛星回線12SLリンクは遅延コードが5であるため、ネットワークモデル2D4（図11）において削除されたためである。遅延コード5以下のリンクによるネットワークモデル2D5は、複数の分類第一通信特性リンク情報の一つである図14のトポロジー遅延別コスト表で特徴付けられる。遅延コード4以下のリンクによるネットワークモデル2D4は、複数の分類第一通信特性リンク情報の別の一つである図15のトポロジー遅延別コスト表で特徴付けられる。

【0053】図14のトポロジー遅延別コスト表TPC

D5及び図15のトポロジー遅延別コスト表TPCD4は、分類第一通信特性リンク情報作成部105により作成され、図8のトポロジーコスト表TPCと図9のトポロジー遅延コード表TPDLCDに基づいて作成される。つまり、分類第一通信特性リンク情報作成部は、図8のトポロジーコスト表に含まれるコスト W_{ij} と図9のトポロジー遅延コード表に含まれる遅延 D_{ij} を各リンクごとに関連づけ、関連づけた遅延 D_{ij} の値ごとに図8のトポロジーコスト表を分類して、図14のトポロジー遅延別コスト表TPCD5及び図15のトポロジー遅延別コスト表TPCD4を作成する。まず、図15のトポロジー遅延別コスト表TPCD4の作成手順について説明する。図15のトポロジー遅延別コスト表TPCD4では、図8のトポロジーコスト表に含まれる要素のうち、図9のトポロジー遅延コード表において遅延コードが4以下の要素については、図8の値をそのまま用い、図9のトポロジー遅延コード表において遅延コードが4以上となっている要素では、図8の値に代えて無限大を記入する。図15のトポロジー遅延別コスト表TPCD4では、リンクL45、リンクL78に対応する(4, 5)、(5, 4)、及び(7, 8)(8, 7)が無限大となっている。そして、この図15のトポロジー遅延別コスト表TPCD4で特徴づけられるネットワークモデル2D4では、前述したようにリンクL45、L78が削除されることになる。一方、図14においては、図9のトポロジー遅延コード表において遅延コードが5を超えるリンクが存在しないため、図8の各要素の値がそのまま用いられ、結果として図8のトポロジーコスト表TPCと図14のトポロジー遅延別コスト表TPCD5とは同じ内容となっている。

【0054】図12において説明したネットワークモデルの遅延別分類の処理が行われた後、図13に示す処理が行われる。図13は、この実施の形態における最適経路設計において、個別の経路設計の要求に依存する処理であり、個別の経路設計が発生してから行う。ここでは、要求帯域 $R=5$ 、要求遅延 $RD=500$ ミリ秒の経路設計要求が発生したとする。図において、REQ1は要求帯域 $R=5$ 、要求遅延 $RD=500$ ミリ秒の経路設計要求を模式的に示す。

【0055】要求取得部101は、経路設計要求REQ1を取得し、更に経路設計要求REQ1に対し、図6の帯域コスト対応表BWCS Tを参照して要求帯域5を許容コスト4に変換し、図7の遅延コード対応表DLCDを参照して要求遅延500を遅延コード5に変換してコード化された経路設計要求REQ1CDを用意する。この要求を受けて、分類第一通信特性リンク情報選択部106が、遅延コード別に分類された遅延コード別ネットワークモデル2D4と2D5から、遅延コード5以下のネットワークモデル2D5を選択する。換言すると、分類第一通信特性リンク情報選択部106は、分類第一通

信特性リンク情報である図14のトポロジー遅延別コスト表と図15のトポロジー遅延別コスト表のうち図14のトポロジー遅延別コスト表を選択する。次に、第一通信特性レベル値無効部が、遅延コード5以下のネットワークモデル2D5から、許容コスト4を超えるリンクを削除し(無効とし)、遅延コード5以下、許容コスト4以下のリンクによる設計要求対応ネットワークモデル2REQを求める。即ち、ネットワークモデル2D5を特徴付ける図14のトポロジー遅延別コスト表TPCD5において、許容コスト4を超えるリンクのコストを無限大として、図16の設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQを求める。以上の処理により図16の設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQが求められた後は、この設計要求対応トポロジーコスト表に基づいて通信経路設定部108が最適経路設計を行う。なお、図13の例では、右上のネットワークモデル2D5と、左下のネットワークモデル2REQは同じである。これは、ネットワークモデル2D5には、リンクコストが4を超えるリンクが存在しないためである。同様に、図14のトポロジー遅延別コスト表と、図16の設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQも同じである。ここで、ネットワークモデル2REQ、およびそれを特徴付ける設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQは、通信経路設定部108による経路の設計が終了したのちは、内容を保持しておく必要はない。

【0056】次に、図13の設計要求対応ネットワークモデル2REQ、およびこれを特徴付ける設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQ(図16)に対して、通信経路設定部108が最適経路の設定を行い、水先案内平面PPを求める手順を説明する。なお、この最適経路設計の手順は、特開平09-116573号の実施の形態7と同様の手順で行われる。ここで、水先案内平面PPとは、水先案内ベクトル $P_i(s)$ の集合をいい、水先案内ベクトル $P_i(s)$ とは、発信源 s からノード N_i への最適経路において、ノード N_i の前に経由する隣接ノード AS_i のノード番号である。ここで、隣接ノード AS_i とは、ノード N_i にリンク L_{ji} が入っている元のノード N_j のノード番号 j の集合を意味する。例えば、ノード N_1 は、ノード N_2 およびノード N_4 と接続されているので、 $AS_1 = \{2, 4\}$ となる。同様に、 $AS_2 = \{1, 3, 4, 5, 6\}$ 、 $AS_3 = \{2, 6, 8\}$ 、 $AS_4 = \{1, 2, 5, 7\}$ 、 $AS_5 = \{2, 4, 6, 7\}$ 、 $AS_6 = \{2, 3, 5, 7, 8\}$ 、 $AS_7 = \{4, 5, 6, 8, 9\}$ 、 $AS_8 = \{3, 6, 7, 9\}$ 、 $AS_9 = \{7, 8\}$ となる。隣接ノード AS_i は、ネットワークの構成と一義的に対応しており、ネットワークの構成が変化しない限りは固定である。

【0057】図19は、発信源 $s=1$ (ノード N_1 が発信源)の場合の、水先案内ベクトル $P_i(1)$ および水先案内平面PPの例を示している。ノード N_1 を発信源

としてN2～N9の全てのノードに対する水先案内ベクトル $P_i(1)$ が設定されれば、ノードN1に関する水先案内平面PPが一面作成されたことになる。また、ノードN2を発信源として同様な水先案内ベクトルが設定されれば、ノードN2に関する水先案内ベクトルが一面作成されたことになる。従って、ノードN1～N9の通信ネットワークにおいては、9面の水先案内ベクトル平面を作成することができる。図19の水先案内平面を数字で表現したものが、図20あるいは図21の水先案内表PPTである。図20では、ノード N_i の水先案内ベクトル $P_i(s)$ を $i=1, 2, \dots, 9$ について記してある。例えば、発信源N1($s=1$)からノードN2($i=2$)への最適経路設計においては、水先案内ベクトル $P_2(1)$ は、ノードN2の前に経由する隣接ノードN4のノード番号である4となる。即ち、 $P_2(1)=4$ となる。図21では、ノード N_i の水先案内ベクトル $P_i(s)$ が j であることを、要素 $(i, j)=1$ として表す。ここでは、図20を用いる。例えば、発信源N1($s=1$)からノードN2($i=2$)への最適経路設計においては、水先案内ベクトル $P_2(1)$ は、要素 $(2, j)$ のうち、1が記述された $(2, 4)$ ($j=4$)が該当し、 $P_2(1)=4$ となる。

【0058】次に、この実施の形態における最適経路設計において使用するパラメータ及びテーブルについて説明する。水先案内ベクトルは、各ノードに設定された状態値 X_i をパラメータとして生成される。状態値 X_i とは、0と1の2値のみをとり、また時刻 t に依存するパラメータである。時刻依存性を明確にしたい場合は $X_i(t)$ と記す。ここで時刻 t は、離散的な値 $t=0, 1, 2, \dots$ をとる。時刻 t は、更新周期 t と同意味である。現在の時刻 t の状態数 $X_i(t)$ 、1単位時間前の時刻 $(t-1)$ の状態数 $X_i(t-1)$ 、2単位時間前の時刻 $(t-2)$ の状態数 $X_i(t-2)$ と続いて、ネットワークモデル2のリンク12のコスト W_{ij} の最大値であるボリュームレベルVL単位時間前の時刻 $(t-VL)$ の状態数 $X_i(t-VL)$ まで保持しておく必要がある。これを表すのが、図17の状態遷移表STCHである。

【0059】次に、状態値 $X_i(t)$ の変化および水先案内ベクトルの生成の規則を述べる。状態値 $X_i(t)$ は、次の規則1S, 2Sに従って変化する。また、水先案内ベクトル $P_i(s)$ 決定の規則は、次の規則3Sのようになる。規則1S) 時刻 $t=0$ では、発信ノード N_s の状態値 $X_s(0)=1$ 、それ以外のノード N_i については $X_i(0)=0$ とする。規則2S) コスト W_{ji} 時刻前の状態値 $X_j(t-W_{ji})$ の値が1である隣接ノード N_j が存在する場合には(j は AS_i の要素)、状態値 $X_i(t)$ は1とする。それ以外の場合は、状態値 $X_i(t)$ は0とする。発信源の状態値は常に $X_s(t)=1$ とする。規則3S) 規則1S, 2Sに従っ

て、状態 $X_i(t)$ の値が0から1に変化したとき、その変化の原因となった隣接ノード N_j のノード番号 j を、水先案内ベクトル $P_i(s)$ とする。なお、ここで $(t-W_{ji})$ が負の数となる場合の状態値はゼロとする。即ち、 $t < W_{ji}$ ならば、 $X_i(t-W_{ji})=0$ 。ここで、上記規則1S, 2Sに従って、全ての状態値 $X_i(t)$ を0に初期化した後、一度1になって活性化した状態値 $X_i(t)$ は1のまま変化しない。

【0060】次に、図22につき、この方式における最適経路設計の手順を説明する。図22は、最適経路設計の手順を示すフロー図である。ここでは、ノードN1において、ノードN1を発信源としてノードN2からN9を宛先とする経路設計を行う場合の例について示す。他のノードにおける経路設計も、同様に行うことができる。図において、ステップST1とステップST2は時刻 $t=0$ の場合の初期設定、ステップST3からステップST10は、全ノードの状態値 $X_i(t)$ が1になるまで繰り返される手順である。初期設定では、まずステップST1で時刻 $t=0$ とおく。次にステップST2で、発信ノード N_s の状態値 $X_s(0)=1$ 、それ以外のノード N_i については $X_i(0)=0$ とし、図17の状態遷移表STCHの $t=0$ の列に記入する(状態1701)。これは上記規則1Sに対応する。なお、従来例では初期設定時刻を $t=1$ としているのに対し、この実施の形態では $t=0$ としているのは、説明の便宜上の問題で、本質的な意味はない。

【0061】次に、ステップST3で、時刻 t を1だけ増加して、次の更新周期の処理を開始する。次に、ステップST4で、発信ノード N_s の状態値 $X_s(1)=1$ とし、それ以外のノード N_i については $X_i(1)=0$ と初期化して、図17の状態遷移表STCHの $t=1$ の列に記入する(状態1702)。次に、ステップST5で、状態遷移表の W_{ji} 時刻前の状態値 $X_j(t-W_{ji})$ の値を読み出す。例えば、ノードN2の場合においては、ノード N_j はノードN1であり、 $i=2, j=1, t=1$ となり、 $X_j(t-W_{ji})=X_1(1-W_{12})$ の値を呼び出す。同様にしてノードN4の場合では、ノードN1をノード W_j とし、 $i=4, j=1, t=1$ となり、 $X_j(t-W_{ji})=X_1(1-W_{14})$ の値を呼び出す。ここで、図10のネットワークモデル2D5又は図16の設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQに記載されたコスト W_{ji} (図16は W_{ij} を記載しているが、 $W_{ij}=W_{ji}$ である)を参照すると、 W_{12} は4、 W_{14} は1である。従って、 $X_1(1-W_{12})=X_1(1-4)$ 、 $X_1(1-W_{14})=X_1(1-1)$ となる。

【0062】次に、ステップST6で、読み出した値について $X_j(t-W_{ji})=1$ か否かを判定する。前出の例では、ノードN2については、 $X_1(1-W_{12})=X_1(1-4)=X_1(-3)$ であり、 $(t-W_{ji})$

が負の数となるため、 $X_j(t - W_{ji}) = 0$ と判定される。一方、ノードN4については、 $X_1(1 - W_{14}) = X_1(1 - 1) = X_1(0)$ となり、 $X_1(0) = 1$ であることが分かる。このため、 $X_j(t - W_{ji}) = 1$ と判定される。 $X_j(t - W_{ji})$ が1の場合はステップST7に進み、0の場合はステップST9に進む。

【0063】ステップST7では、 $X_j(t - W_{ji}) = 1$ であった場合に、 $X_i(t) = 1$ として図17の状態遷移表STCHに記入する。即ち、前出の例では、ノードN4については、 $X_1(1 - W_{14}) = X_1(1 - 1) = X_1(0) = 1$ であるため、 $X_4(1) = 1$ と記入する(状態1703)。一方、ノードN2については、ステップST4において図17の状態遷移表は初期化されているため、 $X_2(1) = 0$ を書き込む必要はなくステップST9へ進む。次に、ステップST8で、 $X_j(t - W_{ji}) = 1$ なるjを水先案内ベクトル P_i とし、図20の水先案内表に記入する。これは上記規則3Sに対応する。前出の例では、 $X_j(t - W_{ji}) = X_1(1 - W_{14}) = 1$ であるから、1を水先案内ベクトル P_4 として図20の水先案内表に記入する。次に、ステップST9で、ノードN_iの全ての隣接ノードjについて検証済か否かを判定し、全ての隣接ノードjについて検証を終了するまで、ステップST5からステップST9を繰り返す。ここでjはノードN_iの隣接ノードA_{S_i}の要素である。次に、ステップST10で、全ノードの状態値について $X_i(t) = 1$ か否かの判定を行い、全ノードの状態値 $X_i(t)$ が1になるまで、ステップST3からステップST9の更新を繰り返す(状態1704～状態1706)。

【0064】以上のようにして図17の状態遷移表STCHに状態値 $X_i(t)$ を記入しながら図20の水先案内表PPTを完成させた。次に、実際に発信ノードN_sから着信ノードN_dへの要求帯域Rの経路を抽出する手順を述べる。図23はこの手順を示すフロー図である。まずステップST21で、水先案内表PPTの $P_d(s) = j_1$ に注目する。これは求める経路の一個手前のノード番号になる。例えば、 $s = 1$ 、 $d = 7$ の場合は、図20の $P_7 = 5$ が一個手前のノード番号になる。次に、ステップST22で、水先案内表PPTの $P_{j_1}(s) = j_2$ に注目する。これは求める経路の更に一個手前のノード番号になる。上記 $d = 7$ の例では、図20の $P_5 = 4$ が更に一個手前のノード番号になる。次に、ステップST23で、求めたノード番号が発信源sか否かを判定し、sに達するまでステップST22を繰り返す。上記 $d = 7$ の例では、 $P_4 = 1 = s$ となる。ゆえに、ノードN1からN7への経路は1、4、5、7となる。

【0065】ノードN1からN7へパケットを伝送するときに、経由する経路を明示的にパケットに記載する場

合もあるが、必ずしもその必要はない。ノードN1では、最適経路内の次のノード即ちノードN4にパケットを送り出しさえすれば、ノードN4では自前で $s = 4$ 、 $d = 7$ として最適経路設計した結果に基づいて、ノードN5にパケットを送出してくれ、最適経路を通してノードN7に達する。各ノードで別個に自ノードを発信源として最適経路設計をした結果を使用しても、宛先が同じならば、原理的に、最適な経路となる。

【0066】なお、上記の説明では、有効帯域とコストの対応の例として図6の対応表BWCS Tを使用した。この分類や対応を変化させてもよい。また、遅延と遅延コードの対応表として図7のコード表DLCDを用いたが、この分類や対応を変化させてもよい。

【0067】なお、上記の説明では、リンク12を特徴付ける第一の通信特性として有効帯域を用いてコストに組み込んだが、有効帯域の変わりに、距離、伝送品質の他の特性をコストに組み込んでもよい。その場合、コストは、その値の大きさに比例して、当該リンクの選択を回避したい度合いが高まるように、図6の対応表BWCS Tに替わる対応表を設定する。

【0068】なお、上記の説明では、リンク12の第二の通信特性として遅延に注目したが、遅延の変わりに、距離、伝送品質の他の品質特性を使用してもよい。また、第二の通信特性として複数の品質特性を同時に考慮してもよい。それら場合は、品質の段階に応じて品質コードが求められるように、図7のコード表DLCDに替わるコード表を設定する。

【0069】なお、上記の説明では、処理の段階を明確に示すために、図12および図13に示すように、各段階の処理を分割したが、これらの複数の段階をまとめて処理をおこなってもよい。

【0070】なお、上記の説明では、処理の段階を明確に示すために、図12および図13に示すように、各段階の処理を分割し、またそれぞれの段階に応じて別個にトポロジー表を設けたが、これらの複数の段階をまとめて処理をおこなってもよい。

【0071】また、本実施の形態では、有線通信ネットワークについて説明を行ってきたが、本発明は無線通信ネットワークに対しても適用することができる。

【0072】実施の形態2。実施の形態1に示した最適経路設計法では、図13に示すように、許容コストを超えるリンクを削除した設計要求対応ネットワークモデル2REQ、およびこれを特徴付ける設計要求対応トポロジーコスト表TPCREQ(図16)を求めてから、経路設計を行っていた。しかし、図25に示すように、この段階を省略して経路設計を行ってもよい(第1の例)。有効帯域の情報は、図6の対応表BWCS Tによって既にリンクコストに組み込まれているので、経路設計の対象となるネットワークモデル2を許容コスト以下のリンクに制限しなくても、許容コストを超えるリンク

を選択する度合いは小さくなる。許容コストを超えるリンクを削除する段階を省略する目的のために、この度合いが十分小さくなるように対応表BWCS Tを設定することもできる。

【0073】許容コストを超えるリンクを削除する段階を省略することによって、図13および図25に示す、最適経路設計によって水先案内平面PPを求める段階の処理を、経路設計要求が発生する前に、あらかじめ行っておくこともできる(第2の例)。この第2の例を実現するために、図24に示すように、通信経路設定装置100に通信経路選択部111を設ける。通信経路選択部111による処理を図26および図27に示す。図12の処理の後、図26に示すように、遅延コードに対応した複数のネットワークモデル(複数のトポロジー遅延別コスト表)の各々について水先案内平面PPD4、PPD5をあらかじめ求めておく。経路設計要求REQ1の発生時には、図27に示すように、これらの水先案内平面PPD4、PPD5の中から、通信経路選択部111は、要求遅延コードに対応する面を選択する。この方法では、経路設計要求REQ1が発生後の経路設計時間が短縮できる。図28に水先案内平面PPD4の全体を示す。

【0074】実施の形態3. この実施の形態3では、実施の形態1に示した最適経路設計法を、IETFのRFC2383番であるOSPF Version 2ルーティングプロトコル(以下適宜、OSPFと略記する)に搭載する際の一方法について述べる。OSPFでは、通信ネットワークのトポロジー情報を各ノードに通知するためにLSA(Link State Advertisements;リンク状態広告)を用いる。従来例2の図37に示すOSPFのルータ用LSAでは、各リンクを特徴付けるメトリックあるいはコストを記載する部分として、第8行の第16から31ビットの16ビットしか割り当てられていなかった。このため、リンクの帯域等広範囲の値をとる属性値を記載することが困難であった。このため、本実施の形態では、従来例3の図38に示すOpaque型のLSAを使用する。Opaque LSAは、OSPFの一つの拡張方法で、適用法に応じてLSAを拡張することができる。Opaque型LSAを用いることは、OSPFのハローパケットと呼ばれるパケットのオプション部で示される。図29にOpaque型のハローパケットのオプション部を示す。図29に示すように、第1ビットにOビットがセットされている場合は、Opaque型であることを示す。

【0075】図2に示す通知パケット作成部109が本実施の形態に係るLSAを作成する。また、図30に、この実施の形態におけるLSAの様式を示す。図において、第0行から第4行は、LSAに共通のヘッダである。第1行の第24から31ビットはOpaque LSAのタイプを示す場所で、Opaque LSAにお

いては、LSAを広告する範囲を示す。10はエリアローカルにLASを広告することを示す。第1行はIETFの規定に沿って拡張性のために設けられた部分であり、現在は使用していない。第5行から第7行は、図37に示すOSPFのルータ用LSAと同様の機能を持つ。即ち、第5行の第16から31ビットの#linksは、当該ルータに接続されているリンクの数を示す。第6行から第10行は、そのうちの一つのリンクに関する情報を示す。第6行のLink IDはリンクの識別子を示す。第7行のLink Dataは、リンクのタイプに応じた特性を示す。リンクのタイプは、第8行の第1から7ビットのTypeで示す。

【0076】この実施の形態におけるLSAの特徴的な部分は、第8行の第7ビット以降と、第9行にある。第8行の第8から15ビットの#QoSでは、サービス品質(Quality of Service、以下適宜、QoSと略記)の種類の数(追加分)を示している。実施の形態1の例では、QoSとして代表的な遅延のみを考慮していた。ゆえに、実施の形態1の場合には、#QoSは0となる。第8行の第16から23ビットのQoS2は、遅延以外のQoSを考慮する場合に使用する。第8行の第24から31ビットのdelayは、第一番めのQoSである遅延を記載する。これは8ビットであるが、遅延を二進法で表現するのではなく、実施の形態1の図7の表DLCDの例に示すように、対応表でコード化した遅延により、対応するビットをセットすることにより示す。即ち、図7の遅延コード表には8つの値の遅延コードが表されており、この8つの値のそれぞれの値が8ビット内の各ビットに割り当てられている。例えば遅延コードが4の場合には、遅延バイトのLSB(Least Significant Bit;右端のビット)から4ビット目のビットのみをセットする。遅延を二進数ではなく、対応表でコード化して、遅延コードと遅延バイトの各ビットを一対一に対応させることにより、単純なハードウェアにより、当該リンクの遅延コードを識別することが可能となる。

【0077】図30の第9行のavailable bandwidthでは、有効帯域を32ビットの符号無し整数で記載する。有効帯域の単位はキロビット/秒とすると、 2^{32} 乗=4,294,967,296であるので、4テラビット/秒まで表現が可能となり、実用上は十分と思われる。しかし、適宜これ以外の単位を用いてもよい。図30の第10行以降は、次のリンクについて、第6行から第9行と同様の記述が繰り返される。比較例として、従来例1に示したQOSPFでは、リンクを特徴付けるメトリックとして、従来例2のOSPFを踏襲した16ビットを用いており、技巧的なコード化を行っている。

【0078】次に、通知パケット作成部109が通信ネットワークのトポロジー情報を更新する頻度、即ちLS

Aを送付する頻度について説明する。LSA送付のタイミングは、従来例2のOSPFで規定されているパラメータに則る。特に、代表的なパラメータは、次の2定数である。

LSRefreshTime: あるLSAを再発生する最大間隔。30分に固定。

MaxAge: 1個のLSAの寿命。1時間に固定。この他に、この実施の形態では、当該ルータ周辺のエリアに適用されるエリア変数として、下記の可変パラメータを定義する。

LSUpdatePeriod: あるLSAを更新する最大間隔。

LSUpdatePeriodは、原理上、LSRefreshTime(30分)以下である必要がある。また、LSRefreshTimeによる更新と同期がとれるように、30分の約数に設定する。参考値は6分とする。LSUpdatePeriodは、きめ細やかなトポロジー情報の更新のために、規定のLSRefreshTime(30分)以下の時間であっても、エリアの規模や変化の状況に応じて、その設定値を変化させることができる。

【0079】従来例1に示したQOSPFでは、LSAの更新は、従来例2のOSPFと同じく30分に固定されているが、本実施の形態に係る通知パケット作成部109は、LSUpdatePeriodにおいて、30分以下の任意の時間を設定し、設定した30分以下の任意の時間ごとにLSAを更新することができる。

【0080】実施の形態4. 本実施の形態における最適経路設計は、特開平09-116573号および特開平11-55312号による最適経路設計方法を用いて、無線インターネットにおいて最適経路設計を行う方式である。本実施の形態における最適経路設計は、特開平09-116573号(特願平8-44865号)の実施の形態7で示した最適経路設計法の応用で、発信ノードsを基準にして経路設計を行う実施の形態10に示す方法に基くものである。ハードウェア論理回路による実現は、実施の形態14に示す方法に基く。

【0081】IP(Internet Protocol)網は歴史的にはLANを中心に発展してきたが、携帯電話の急速な増加にともない、ワイヤレスメディアでも使用されるようになってきた。携帯端末でのインターネットへのアクセスは、既に日常的に行われている。IP網の利便性を享受した人々は、更にIP網を拡大して行こうと考えている。インターネットの専門家からは、あらゆるものにIPアドレスを与えて、IP網で接続してしまうという構想も出てきている。この場合、IP接続のメディアは、必然的に無線と有線を併用したものとなる。無線IPの利用法としては、無線LANのように既に実用化されているものもあるが、センサーネットワークのように将来的なものもある。センサーネットワ

ークでは、オフィス等の一定の空間にセンサーをくまなく配置し、これらを無線により接続して、状況変化の感知情報等を送信する。無線LANにしてもセンサーネットワークにしても、一定の空間をカバーするためには、センサーあるいは無線装置を、無線の強度に応じた密度で、くまなく配置する必要がある。これらの装置をIP網で接続するのであるが、そのノード数は膨大なものとなる。また、これらのノードのうち実際に使用されるノードを予測するのは困難なため、接続経路は必要に応じて動的に設計する必要がある。このような場合のノード間の最適経路の設定手法、ノード数の試算例、およびこの実施の形態の方式と従来例1の方式と最適経路設計時間との比較を後述する。

【0082】図40はこの発明の実施の形態4でルーティングを行う無線インターネットの例である。図において、WNは無線インターネット網、WTは無線インターネット端末、WLは直接無線パケットの送受信が可能である無線回線である。図41はネットワーク構成を模式的に示す図である。図において、2は経路設計の対象となるネットワークモデルであり、図40の無線インターネット網WNに対応する。11は無線通信信号の発着中継を行うノード N_i ($i=1, 2, \dots, 9$)であり、図1の無線インターネット端末WTに対応する。なお、本実施の形態においては、ノード N_i を無線ノードと呼ぶ。12はノード N_i と N_j 間の接続回線であるリンクであり、図40の無線経路WLに対応する。なお、本実施の形態においては、リンクを無線リンクと呼ぶ。各無線ノード11の円内に記載されている番号は各々の無線ノードの番号で、無線ノード N_i の添字 i がこれに対応する。ここで無線ノード N_i と無線ノード N_j 間の無線リンクには方向性があるものとし、無線ノード N_i から N_j に向かう無線リンクを無線リンク L_{ij} と記す。一般には無線リンク L_{ij} と無線リンク L_{ji} は異なるが、図41の例では、便宜上全ての無線リンク12は両方向性とする。無線リンク12のそれぞれのコストが、無線リンク上に記してある。無線リンク L_{ij} のコスト W_{ij} は、無線リンクの受信強度に依存して決定される。

【0083】図40あるいは図41において図示していないが、各々の無線インターネット端末WTあるいは各々の無線ノード11には本実施の形態に係る通信経路設定装置100が設けられている。図42は、通信経路設定装置100の機能ブロック図である。図42において、102は、無線通信ネットワーク全体のトポロジー情報を記録しているトポロジー情報記録部である。トポロジー情報は、実施の形態1において図8で示したトポロジーコスト表TPC等から構成される。108は、無線ノード11間の最適経路設計を行う通信経路設定部である。110は、無線通信ネットワークのトポロジー情報を他の無線ノードに通知するための通知パケットを他

の無線ノード11に向けて送信する通知パケット送信部である。図41に示すネットワークモデルのトポロジー情報は、通知パケットに載せて、通知パケット送信部110より、他の全無線ノードに向けて一定時間毎に送信される。通知パケット送信のタイミングは、ネットワークの規模や混雑状況により決定するが、数分から数時間のオーダーとする。

【0084】図43は、通信経路設定部108の構成を示す図である。図において、1080は、最適経路設定処理において、始点ノードである発信無線ノード又は終点ノードである着信無線ノードを指定するノード指定部である。1081は、状態遷移表STCHの状態数を初期化する初期化部である。1082は、状態遷移表STCHの状態数を変化させていく状態数変化部である。1083は、状態数変化部1082が状態数を変化させる際に、一定の単位時間前の他の無線ノードの状態数に基づいて特定の無線ノードの状態数を算出する状態数算出部である。1084は、各無線ノードの状態数の変化を検出し、状態数に変化があった場合に、その変化を誘引した隣接無線ノードを検出する検出部である。1085は、検出部1084により検出された隣接無線ノードを、最適経路を構成する無線ノードとして選定する選定部である。なお、これら102、108、110及び1081～1085の各機能をコンピュータに実行させるためのプログラムとすることが可能であり、また、これら102、108、110及び1081～1085の各機能のコンピュータプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録することも可能である。

【0085】実施の形態1では、リンクのコストとして有効帯域や遅延を用いたが、本実施の形態においては、前述したように無線リンクの無線強度（無線回線の受信強度）をコストとして用いることができる。受信強度の代わりに、距離、伝送品質の他の特性をコストに組み込んでもよい。その場合、コストは、その値の大きさに比例して、当該リンクの選択を回避したい度合いが高まるように設定する。

【0086】また、本実施の形態における最適経路設計の手順は、実施の形態1に示したものと同様であり、通信経路設定部108が図22及び図23に示すフローに従って最適経路設計を行う。

【0087】具体的には、初期設定で、ノード指定部1080が発信無線ノード（又は着信無線ノード）を指定し、初期化部1081が時刻 $t=1$ において、発信無線ノード N_s の状態値 $X_s(0)=1$ 、それ以外の無線ノード N_i については $X_i(0)=0$ とし、図17に示すように状態遷移表STCHの $t=0$ の列に記入する（ステップST1、ステップST2）。次にステップST3で、時刻 t を1だけ増加して、次の更新周期の処理を開始する。次にステップST4で、状態数変化部1083が発信無線ノード N_s の状態値 $X_s(0)=1$ とし、そ

れ以外の無線ノード N_i については $X_i(0)=0$ と初期化して、状態遷移表STCHに記入する。次にステップST5で、状態数算出部1083が、状態遷移表の W_{ji} 時刻前の状態値 $X_j(t-W_{ji})$ の値を読み出す。次にステップST6で、状態数変化部1082が、読み出した値について $X_j(t-W_{ji})=1$ か否かを判定する。これが1の場合はステップST7に進み、0の場合はステップST9に進む。ステップST7では、 $X_i(t)=1$ とする。次にステップST8で、検出部1084が、 $X_j(t-W_{ji})=1$ なる j を水先案内ベクトル P_i とし、水先案内表に記入する。次にステップST9で、状態数変化部1082が、無線ノード N_i の全ての隣接無線ノードについて検証済か否かを判定し、全ての隣接無線ノードについて検証を終了するまで、ステップST5からステップST9を繰り返す。次にステップST10で、全無線ノードの状態値について $X_i(t)=1$ か否かの判定を行い、全無線ノードの状態値 $X_i(t)$ が1になるまで、ステップST3からステップST9の更新を繰り返す。

【0088】以上のようにして状態遷移表STCHに状態値 $X_i(t)$ を記入しながら図20の水先案内表PPTを完成させた後、選定部1085が、図23のフローに従って無線ノード N_s から無線ノード N_d への最適経路を抽出する。まずステップST21で、水先案内表PPTの $P_d(s)=j_1$ に注目する。これば求める経路の一個手前の無線ノード番号になる。例えば、 $s=1$ 、 $d=7$ の場合は、図20の $P_7=5$ が一個手前の無線ノード番号になる。次にステップST22で、水先案内表PPTの $P_{j_1}(s)=j_2$ に注目する。これば求める経路の更に一個手前の無線ノード番号になる。上記 $d=7$ の例では、図20の $P_5=4$ が更に一個手前の無線ノード番号になる。次にステップST23で、求めた無線ノード番号が発信源 s か否かを判定し、 s に達するまでステップST22を繰り返す。上記 $d=7$ の例では、 $P_4=1=s$ となる。ゆえに、無線ノード N_1 から N_7 への経路は1、4、5、7となる。

【0089】なお、上記では、本発明に係る通信経路設定装置について説明を行ってきたが、同様の処理手順により本発明に係る通信経路設定方法も実現することができる。

【0090】次に、この実施の形態における最適経路設計法を、ハードウェア論理回路を用いて実現する方法を示す。この実施の形態における最適経路設計法は、状態数 $X_i(t)$ が0と1の2値のみをとるので、ハードウェア論理回路で容易に実現可能である。

【0091】図44は、図41に示すネットワークモデル2において、実施の形態1において説明した規則1S、2S、3Sをハードウェア論理回路で実現する例である。図44において、DFFはDフリップフロップを示し、基本クロックCLKに同期して、入力データを

出力する。これはLS74等の素子で実現できる。また、SRFFはSRフリップフロップを示し、LS112等の素子で実現できる。その他のANDゲート、ORゲート、XORゲートについても、一般的な論理積、論理和、排他的論理和の素子で実現できる。図44において、 X_1 、 X_2 、...、 X_9 は、の無線ノード N_i の状態値 X_i を示す。図44において、KAIRO2 (X_2)は、規則2Sに従って、状態値 X_2 を更新する回路であり、KAIRO3 (X_2)は、規則3Sに従って、水先案内行列 PM_{j2} を生成する回路である。水先案内行列 PM_{ji} とは、水先案内平面PPを行列形式で表現したものである。KAIRO1 (X_1)は規則1Sと2Sに従って、発信元無線ノードの状態値 $X_1(t)$ を1に固定する回路である。但しこの場合の発信元は $s=1$ とする。

【0092】次に図44のKAIRO2 (X_2)が規則2Sを実現しているしくみを説明する。図41のネットワークモデル2に示すように、無線ノード N_2 の隣接無線ノード(とそのコスト)は、1(4)、3(1)、4(1)、5(1)、6(2)となっている。一方、規則2Sは、コスト W_{ji} 時刻前の状態数 $X_i(t-W_{ji})$ の値が1である隣接無線ノード N_j が存在する場合には、状態値 $X_i(t)$ は1とし、それ以外の場合には0とする、というものである。故に無線ノード N_2 の場合、 $X_1(t-4)$ 、 $X_3(t-1)$ 、 $X_4(t-1)$ 、 $X_5(t-1)$ 、 $X_6(t-2)$ のいずれかが1であれば、 $X_i(t)$ は1となるということである。これは、図44のKAIRO2で実現されている。即ち、4時刻前の X_1 の値は、 X_1 の値をフリップフロップDFFで4回遅延されることによって得られ、1時刻前の X_3 、 X_4 、 X_5 の値は、各々の値をフリップフロップDFFで1回遅延させることによって得られ、2時刻前の X_6 の値は、 X_6 の値をフリップフロップDFFで2回遅延されることによって得られる。これらの値のいずれかが1であった場合は、ORの出力が1となり、状態数 X_2 の値を保持するDFFがセットされ、状態数 X_2 の値が1となる。

【0093】次に図44のKAIRO3 (X_2)が規則3Sを実現しているしくみを説明する。規則3Sは、状態数 $X_i(t)$ の値が0から1に変化したとき、その変化の原因となった隣接無線ノード N_j の無線ノード番号 j の、水先案内行列 $PM_{ji}=1$ とするというものである。図44のKAIRO3 (X_2)では、XORで状態数 X_2 の変化を検知し、信号CHANGE2で示す。これにより、1時刻前に状態数が1であった隣接無線ノードを調べ、その隣接無線ノード j の水先案内行列 PM_{ji} を1にセットする。

【0094】図44のKAIRO2では、無線ノード N_i と無線ノード N_j の隣接関係は、状態数 X_1 から X_9 の値を保持するDFFの出力線と固定的に結線されてお

り、コスト W_{ji} は遅延用フリップフロップDFFの個数で、固定的に決められている。しかし図45に示すポリウム回路VOLUME等を用いることにより、KAIRO2に汎用性を持たせることが可能となる。図45のポリウム回路では、シフトレジスタSFTRG Tを用いて、図44の遅延用DFFによる遅延を代替している。遅延する時間は、ポリウム信号 VL_{ji} により指定する。シフトレジスタSFTRG Tは、LC164等の素子で実現できる。図44のKAIRO2 (X_2)の場合、 X_1 は4段遅延されて X_{1D} となるので、図45のポリウム回路VOLUMEを用いる場合は、ポリウム信号 VL_{12} の1、2、3、をlow、4をhighにして、 X_1 を4段遅延した信号が X_{1D} に出力されるようにする。ここでポリウム信号 VL_{ji} は、図8のトポロジーコスト表 W_{ji} に等しい。図45の例では、ポリウム信号 VL_{ji} のレベルは4となっているが、これはほかの数でも良い。同様にKAIRO3においても、ポリウム信号 VL_{ji} を用いることにより、柔軟な配線で水先案内行列の要素 PM_{ji} を求めることができる。図44のKAIRO3 (X_2)の場合、SRFFに接続されている隣接無線ノードの状態数 X_1 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 は固定であるが、図45ではポリウム信号 VL_{ji} の1から4までのどれかがhighの場合は、状態数 X_j をSRFFに接続して PM_{ji} をセットするようになっている。図45に示すポリウム回路は、図44の状態値 X_1 から X_9 の値を保持するDFFの出力線と接続され、図8に示す表から得られるコストをポリウム信号として入力することにより、遅延された状態値と水先案内行列を出力する。このように、ポリウム回路という汎用的なハードウェア回路に対してコスト(無線強度)に相当するポリウム信号をそれぞれ入力することにより、無線ノードの隣接関係およびコスト(無線強度)という無線ノード間の無線リンク属性を、共通のハードウェア回路を用いて実現することができる。

【0095】次に、無線インターネットのノード数の試算例を示し、この実施の形態の方式と従来例1の方式との最適経路設計時間を比較する。無線インターネットのノード数の試算例を図46に示す。東京都心部で1999年までに計画されて2003年に竣工予定の大規模オフィスビル一件当たりの平均面積は、96000平方メートルとなっている(事務に可処分部のみの面積)。これは1994年の2.5倍で、「近・新・大」の条件の他、IT対応と耐震機能が無いオフィスビルは、淘汰されていくと予想されている。文献(森ビル(株)「東京23区の大規模オフィスビル供給量調査」、<http://www.mori.co.jp/>、1999年12月)参照。この平均的な96000平方メートルの事務所面を、正方形のアレイに区切り、そのアレイ一個毎に無線装置を配置し、IP網で接続する場合を考える。図

47は、アレイの一辺の長さと、アレイの個数との関係を示したものである。アレイの一辺の長さは、文献（門洋一、大野雄一郎、行田弘一、大平孝、「各端末において受信電力に基づき自立的に中継優先度を決定するルーティング方式」2000年電子情報通信学会総合大会B-5-164、2000年9月）の2m、文献（山崎浩輔、中川智尋、森川博之、青山友紀、「センサーネットワークにおける多対一経路制御手法」2000年電子情報通信学会総合大会B-5-187、2000年9月）の5.48m、Bluetooth (<http://www.bluetooth.com/>) Class3の14.1m（最大伝送距離10m）を参考にして、12m以下の場合を示す。ノード数はアレイの個数と同等になる。図46におけるアレイ数すなわちノード数は、10の3乗から10の4乗のオーダーとなっている。

【0096】ネットワークモデルとして図47に示すメッシュ型トポロジーを用いて、経路計算時間を評価した。メッシュ型トポロジーでは、一辺のリンク数を変数とする。図48は一辺のリンク数が2、ノード数が9の例である。ノード数は、（一辺のリンク数+1）の2乗となる。メッシュの一辺のリンク数が1から63、すなわち、ノード数が4から4096の場合について、最適経路一面の計算時間を求めたものを、図48に示す。図のノード1を発信元として、他の全ノードまでの最適経路を求めるのに要する時間を評価した。図では、リンクコストの段階数が4, 8, 16, 64の場合について示してある。本発明に係る方式をハードウェアデジタル論理回路で実現した場合に、最適経路一面を求めるのに要する時間は、基準クロックごとに状態値 $X_i(t)$ と荷重 W_j の更新を行うとすると、原理的に（リンクコストの段階数 × 全ノード数 × 基準クロック時間）を超えない。ここで、基準クロックは200MHz（5ns）とする。

【0097】図48には、従来例1（QOSPF）のアルゴリズムで、ノード1を発信源としたルーティングテーブル式を求めるのに要する時間も示してある。ノード数400以下の実線部はパソコンでシミュレーション時間を実測であるが、破線部は、実線部のシミュレーション結果を延長した参考値である。この実施の形態の方式では、リンクコストの段階数に比例して計算時間は増加するが、従来例1（QOSPF）の場合に比べて、4けたから5けた小さくなっている。ノード数が10の3乗のオーダーになると、本実施の形態に係る方式の計算時間は10のマイナス4乗から10のマイナス3乗で、実時間制御に耐えるものであるが、従来例1（QOSPF）の場合は数十秒となり、実時間制御は不可能となる。また、本実施の形態に係る方式はワンチップLSI化が容易であり、価格は数千円程度にできるため、アレイ毎に配置される無線装置に実装することも容易であるが、パソコンやワークステーションでの計算を前提とし

ている従来例1の方式（QOSPF）は、小型化、低価格化の面でアレイ毎装置への実装は非常に困難である。

【0098】ここで、これまで説明してきた本発明の特徴をまとめると以下ようになる。ネットワークの複数個のノード間を接続するリンクの接続情報およびリンクの特性を示す情報を用いて最適経路を設計して通信の経路を設定するルーティング方式において、下記の処理を備えたことを特徴とする。有効帯域等のリンクの特性を当該リンクのコストに対応付ける処理、遅延等のリンクの品質を表す特性を品質コードに対応付ける処理、品質コード別にネットワークモデルを構成する処理、経路設計要求発生時に、許容コスト以下のリンクによるネットワークモデルを作成する処理、ネットワークモデルの発信ノードから他の全ノード宛に、経路内のリンクのコストを最小にするように最適経路群を設計する処理、設計した最適経路群から特定の宛先ノードに向けた経路を抽出する処理。

【0099】上記の最適経路群を設計する処理において、下記の処理を備えたことを特徴とする。経路設計対象ネットワーク内のノードに対し、ノードの接続関係とノード間のリンクの属性を記憶する処理、経路の発信ノードを指定して、各ノードの状態値を初期化する処理、自ノードと接続するノードの状態値および接続リンクの属性に基づいて、経時的に状態値を更新する処理、状態値の経時変化を観察し、変化を誘引した接続ノードを検出する処理。

【0100】上記のルーティング方式において、経路設計要求発生時に、許容コスト以下のリンクによるネットワークモデルを作成する処理を行わずに、最適経路群を設計することを特徴とする。

【0101】上記のルーティング方式において、品質コード別にネットワークモデルを構成する処理に続いて、各ネットワークモデルを対象に、あらかじめ最適経路群を設計しておき、経路設計要求発生時に、要求する品質コードに応じた最適経路群を選択することを特徴とする。

【0102】ネットワークのノード間の接続情報およびリンクの特性を示すトポロジー情報をパケットに搭載してネットワーク内のノードに通知する方法において、下記の処理を備えたことを特徴とする。有効帯域等のリンクの特性を32ビットの整数で表現する処理、遅延等のリンクの品質を表す特性を、品質コード毎に1ビットを割り当てて表現する処理、トポロジー情報を搭載したパケットの送出間隔を、独自のパラメータを定義して制御する処理。

【0103】オフィス等の一定の空間内のあらゆる場所において有効な無線強度が得られるように、一定の空間内に多数の無線端末装置をくまなく配置し、それらにIPアドレスを付与して無線回線で接続した無線ネットワーク内の、各無線端末装置に装備し、無線端末装置間の経路設計を行う通信経路設計装置において、無線端末を

ノード、直接無線パケットの送受信が可能である無線回線をリンク、無線強度等の無線回線の属性をリンクのコストとし、これらのトポロジー情報を保持するトポロジー情報記録部と、トポロジー情報をパケットに搭載して一定時間毎に他のノードに送信する通知パケット送信部と、トポロジー情報に基き無線端末装置間の通信経路を設計するにあたり、ネットワーク全体を模擬したネットワークモデルを作成し、このネットワークモデル内でコストを最小にする最適経路設計を行う通信経路設定部を備えたことを特徴とする。

【0104】前記通信経路設定部は、更に、ネットワークモデル内の各ノードに、時刻に依存して変化する二値の状態値を割り当て、各状態値を二値のうちの第一の値に初期化するステップ、発信ノードである自ノードに対応するノードのみを二値のうちの第二の値とし、これを保持するステップ、発信ノード以外のノードでは、次の規則に従って状態値を更新するステップ、当該ノードと隣接ノードとの間の、リンクのコストだけ前の時刻の隣接ノードの状態値が、第二の値である隣接ノードが存在する場合には、当該ノードの状態値は、第二の値に更新され、それ以外の場合は、第一の値のままとするステップ、状態値が第一の値から第二の値に変化したとき、その原因となった隣接ノードを記憶しておき、この記憶した隣接ノードを、発信ノードから当該ノードへの最適経路の、当該ノードの前のノードとするステップから構成されることを特徴とする。

【0105】前記通信経路設定部は、前記通信経路設定部の各処理の、状態値の第一の値と第二の値を電位の高低に対応付け、リンクコストの数だけ遅延させた隣接ノードの状態値の論理和をとることにより、当該ノードの状態値を更新し、当該ノードの値が変化した場合は、その原因となった隣接ノードを排他的論理和素子により検出して、最適経路内の当該ノードの前のノードを検出して記憶する最適経路設計回路から構成されることを特徴とする。

【0106】

【発明の効果】この発明によれば、複数の通信特性レベル値を考慮して経路設計を行うことができるので、各経路の状況を正確に把握して最適な経路設計を行うことができ、通信サービスの品質の向上が図れるという効果がある。

【0107】また、この発明によれば、経路設計要求に含まれる通信特性に対する要求を考慮して経路設計を行うことができるので、経路設計要求に則した最適な経路設計を行うことができ、通信サービスの品質の向上が図れるという効果がある。

【0108】また、この発明によれば、要求第一通信特性レベル値に合致しない第一通信特性レベル値を無効とする処理を省略しても適切な経路設計が可能であるため、経路設計要求の発生後の処理時間を短縮することが

できるという効果がある。

【0109】更に、この発明によれば、複数の分類第一通信特性リンク情報の各々について経路設計を予め行うことができるので、経路設計要求の発生後の処理時間を短縮することができるという効果がある。

【0110】また、本発明によれば、通知パケットにおいて、第一の通信特性レベル値を少なくとも32ビット以上の二進数で表すことができるため、リンクの帯域等の広範囲の値をとる属性値も記載できるという効果がある。更に、第二の通信特性レベル値を対応する所定ビットをセットすることで表すことができるため、単純なハードウェアにより、リンクの特性レベル値を識別することができるという効果がある。

【0111】また、本発明によれば、通知パケットの送信間隔について、30分以下の任意の時間を設定することができるため、きめ細やかなトポロジー情報の更新を実現できるという効果がある。

【0112】また、本発明によれば、センサーネットワーク等の無線通信ネットワークにおける最適経路設計処理の高速化を図ることができる。

【0113】また、本発明によれば、無線通信ネットワークの最適経路設計処理をハードウェア機器により実現することができ、このため装置の小型化、低価格化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1の通信ネットワーク図である。

【図2】 この発明の実施の形態1の通信経路設定装置の機能ブロック図である。

【図3】 この発明の実施の形態1のリンクと遅延の対応表である。

【図4】 この発明の実施の形態1のトポロジー帯域表である。

【図5】 この発明の実施の形態1のトポロジー遅延表である。

【図6】 この発明の実施の形態1の有効帯域とコストの対応表である。

【図7】 この発明の実施の形態1の遅延と遅延コードの対応表である。

【図8】 この発明の実施の形態1のトポロジーコスト表である。

【図9】 この発明の実施の形態1のトポロジー遅延コード表である。

【図10】 この発明の実施の形態1のネットワークモデルを示す図である。

【図11】 この発明の実施の形態1のネットワークモデルを示す図（遅延コード4以下）である。

【図12】 この発明の実施の形態1における最適経路設計の流れを示す図（個別の経路設計の要求に依存しない処理）である。

【図13】 この発明の実施の形態1における最適経路設計の流れを示す図（個別の経路設計の要求に依存する処理）である。

【図14】 この発明の実施の形態1のトポロジー遅延別コスト表（遅延コード5以下）である。

【図15】 この発明の実施の形態1のトポロジー遅延別コスト表（遅延コード4以下）である。

【図16】 この発明の実施の形態1の設計要求対応トポロジーコスト表である。

【図17】 この発明の実施の形態1の状態遷移表である。

【図18】 この発明の実施の形態1の状態遷移表である。

【図19】 この発明の実施の形態1の水先案内平面（遅延コード5以下のリンクによる）である。

【図20】 この発明の実施の形態1の水先案内表（遅延コード5以下のリンクによる）である。

【図21】 この発明の実施の形態1の水先案内表（遅延コード5以下のリンクによる）である。

【図22】 この発明の実施の形態1の最適経路設計の手順を示すフロー図である。

【図23】 この発明の実施の形態1で、ノードNsからノードNdへの要求帯域Rの経路を抽出する手順を示すフロー図である。

【図24】 この発明の実施の形態2の通信経路設定装置の機能ブロック図である。

【図25】 この発明の実施の形態2の第1の例における最適経路設計の流れを示す図（個別の経路設計の要求に依存する処理）である。

【図26】 この発明の実施の形態2の第2の例における最適経路設計の流れを示す図（個別の経路設計の要求に依存しない処理）である。

【図27】 この発明の実施の形態2の第2の例における最適経路設計の流れを示す図（個別の経路設計の要求に依存する処理）である。

【図28】 この発明の実施の形態2の水先案内平面（遅延コード4以下のリンクによる）である。

【図29】 この発明の実施の形態3のOpaque型のハローパケットのオプション部である。

【図30】 この発明の実施の形態3におけるLSAの様式である。

【図31】 従来例1の通信ネットワーク図である。

【図32】 従来例1のルーティング帯域表である。

【図33】 従来例1のルーティング進行ノード表である。

【図34】 従来例1の変化ノードルーティング表である。

【図35】 従来例1の最適経路設計の手順を示すフロー図である。

【図36】 従来例1のノードNsからノードNdへの要求帯域Rの経路を抽出する手順を示すフロー図である。

【図37】 従来例2のOSPFのルータ用LSAの様式を示す図である。

【図38】 従来例3のOpaque LSAのLSAの様式を示す図である。

【図39】 従来例3の通常のOSPFのハローパケットのオプション部である。

【図40】 この発明の実施の形態4の通信ネットワーク図である。

【図41】 この発明の実施の形態4のネットワークモデルを示す図である。

【図42】 この発明の実施の形態4の通信経路設定装置の機能ブロック図である。

【図43】 通信経路設定部の構成を示す図である。

【図44】 この発明の実施の形態4の最適経路設計をハードウェア論理回路で実現する例である。

【図45】 この発明の実施の形態4のハードウェアによるボリューム回路例である。

【図46】 オフィス空間に配置するアレイサイズとアレイ数。

【図47】 経路計算時間評価のメッシュ型トポロジーを示す図である。

【図48】 この発明の実施の形態4と従来例1の経路設計時間の比較を示す図である。

【符号の説明】

1 ネットワーク、2 ネットワークモデル、11 ノード、12 リンク、100 通信経路設定装置、101 要求取得部、102 トポロジー情報記録部、103 第一通信特性リンク情報作成部、104 第二通信特性リンク情報作成部、105 分類第一通信特性リンク情報作成部、106 分類第一通信特性リンク情報選択部、107 第一通信特性レベル値無効部、108 通信経路設定部、109 通知パケット作成部、110 通知パケット送信部、111 通信経路選択部。

【図3】

リンクと遅延の対応表 LKDL

記号	名称	遅延
12	通常リンク	20ns
12SL	衛星回線リンク	300ns

【圖 20】

P1	4
P2	4
P3	2
P4	1
P5	4
P6	2, 5
P7	5
P8	7
P9	8

Dij	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	*	20	0	20	0	0	0	0	0
2	20	*	20	20	20	20	0	0	0
3	0	20	*	0	0	20	0	20	0
4	20	20	0	*	300	0	20	0	0
5	0	20	0	300	*	20	20	0	0
6	0	20	20	0	20	*	20	20	0
7	0	0	0	20	20	20	*	300	20
8	0	0	20	0	0	20	300	*	20
9	0	0	0	0	0	0	20	20	*

[illegible]

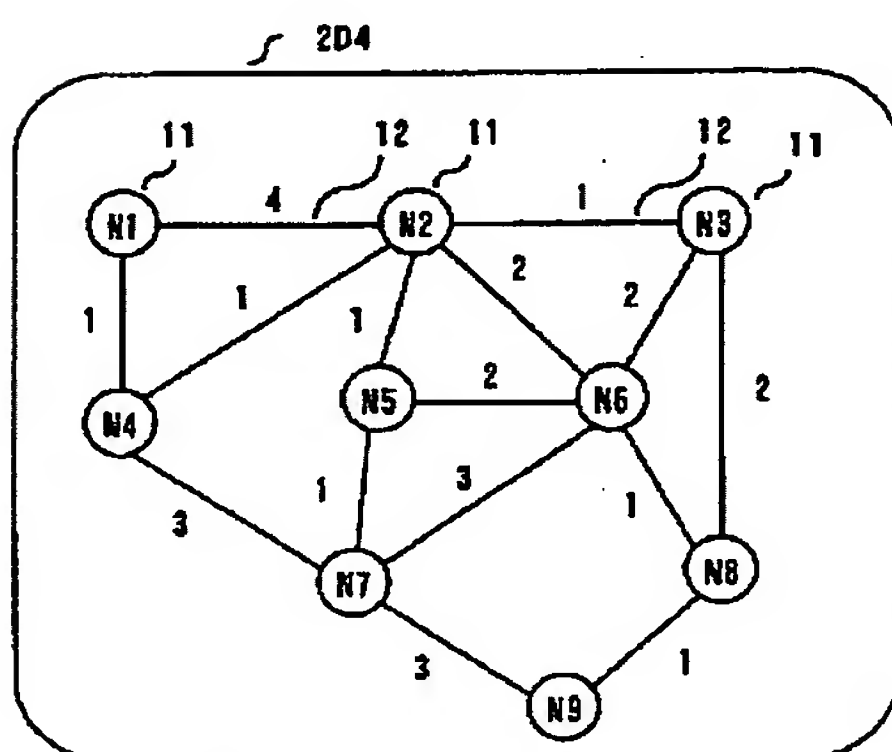
【図9】

トポロジー遅延コード表 TPDLCD

DCI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	*	4	0	4	0	0	0	0	0
2	4	*	4	4	4	4	0	0	0
3	0	4	*	0	0	4	0	4	0
4	4	4	0	*	5	0	4	0	0
5	0	4	0	5	*	4	4	0	0
6	0	4	4	0	4	*	4	4	0
7	0	0	0	4	4	4	*	5	4
8	0	0	4	0	0	4	5	*	4
9	0	0	0	0	0	0	4	4	*

【図11】

ネットワークモデル図 (遅延コード4以下)



2D4: 遅延コード4以下のリンクによる
ネットワークモデル
11: ノード
12: リンク

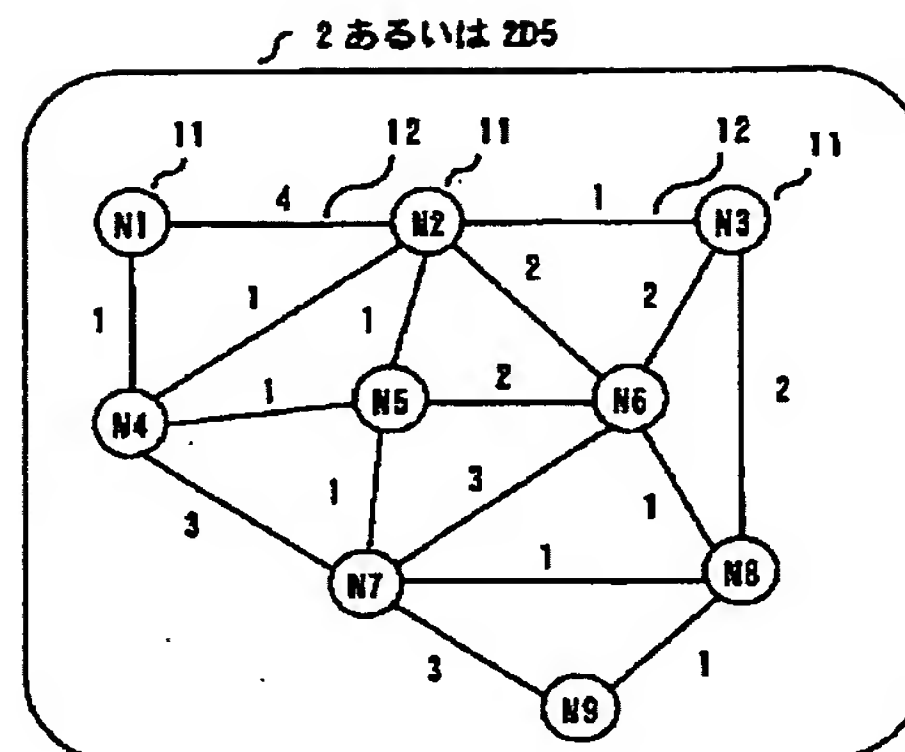
【図29】

Opaque型のハローパケットのオプション部

0	1	2	3	4	5	6	7
*	O	DC	EA	N/P	MC	E	*

【図10】

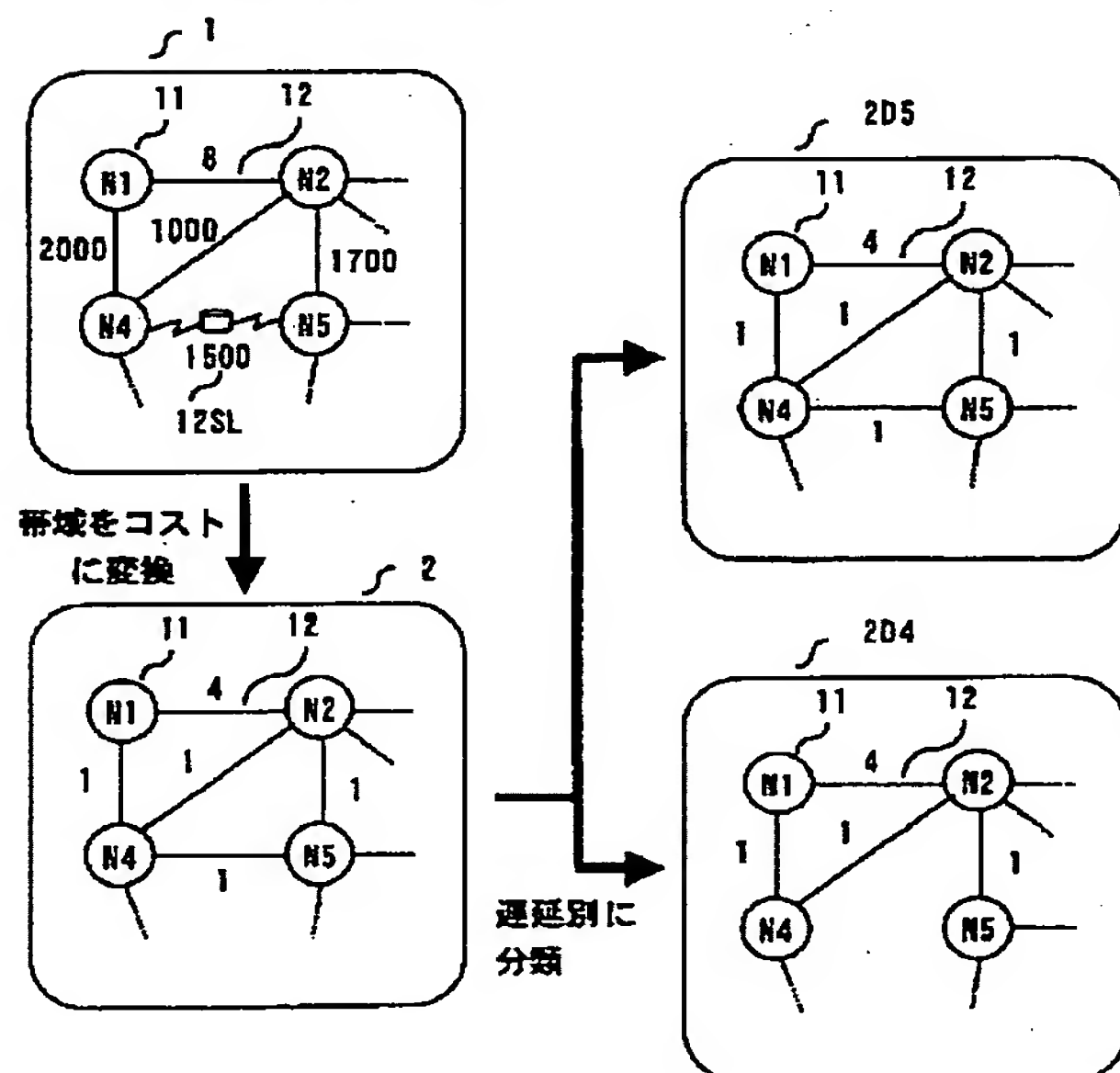
ネットワークモデル



2: ネットワークモデル
2D5: ネットワークモデル
(遅延コード5以下のリンクによる)
11: ノード
12: リンク

【図12】

実施の形態1における最適経路設計の流れを示す図
(個別の経路設計の要求に依存しない処理)

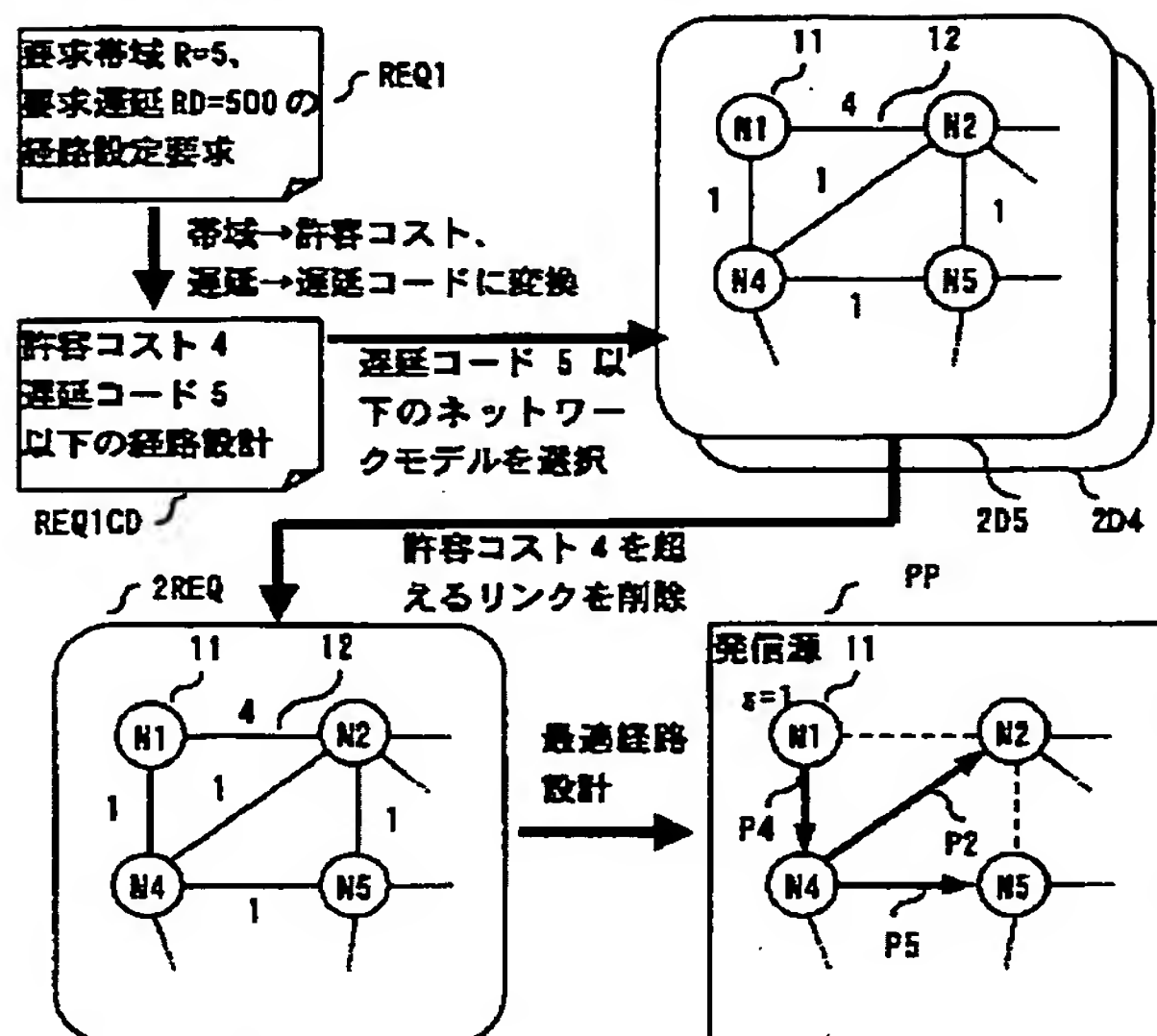


1: 通信ネットワーク
2: ネットワークモデル
11: ノード
12: リンク
12SL: 衛星回線リンク

2D4: 遅延コード4以下のリンクによるネットワークモデル
2D5: 遅延コード5以下のリンクによるネットワークモデル

【图 13】

実施の形態 1 における最適経路設計の流れを示す図
(個別の経路設計の要求に依存する処理)



REQ1: 経路設計要求

REQ1CD: コード化された経路設計要求

ZD5: 遅延コード 5 以下のリンクによるネットワークモデル

2D4: 遷延コード4以下のリンクによるネットワークモデル

2REQ: 設計要求対応ネットワークモデル

(遅延コード5以下、許容コスト4以下のリンクによる)

PP : 水先塞内平面

(導延コード5以下、許容コスト4以下のリンクによる)

11: ノード、 12: リンク、 P_i : ノード i の水先案内ベクトル

【图 15】

トポロジー遅延別コスト表 (遅延コード4以下)
TPCD4

[illegible]

【图 3 2】

従来例 1 のルーチング帯域表 RBW

1	1	2	3	4	5	6
N1	*	*	*	*	*	*
N2	8	1000	1500	1500	1500	1500
N3	0	8	1000	1500	1500	1500
N4	2000	2000	2000	2000	2000	2000
N5	0	1500	1500	1500	1500	1500
N6	0	8	400	400	1200	1200
N7	0	30	1200	1200	1200	1200
N8	0	0	30	1200	1200	1200
N9	0	0	30	80	1200	1200

【图 14】

トポロジー遅延別コスト表 (遅延コード5以下)
TPCD5

[illegible]

【图 21】

水先案内表 PPTB

[illegible]

【图 1.6】

設計要求対応トポロジーコスト表 TPCREQ
(遅延コード5以下、許容コスト4以下)

[illegible]

【図17】

状態遷移表 STCH

状態 1701

t	0	1	2	3	4	5
X1	1					
X2	0					
X3	0					
X4	0					
X5	0					
X6	0					
X7	0					
X8	0					
X9	0					

状態 1702

t	0	1	2	3	4	5
X1	1	1				
X2	0	0				
X3	0	0				
X4	0	0				
X5	0	0				
X6	0	0				
X7	0	0				
X8	0	0				
X9	0	0				

状態 1703

t	0	1	2	3	4	5
X1	①	1				
X2	0	0				
X3	0	0				
X4	0	①				
X5	0	0				
X6	0	0				
X7	0	0				
X8	0	0				
X9	0	0				

【図18】

状態 1704

t	0	1	2	3	4	5
X1	1	1	1			
X2	0	0	①			
X3	0	0	0			
X4	0	①	1			
X5	0	0	①			
X6	0	0	0			
X7	0	0	0			
X8	0	0	0			
X9	0	0	0			

状態 1705

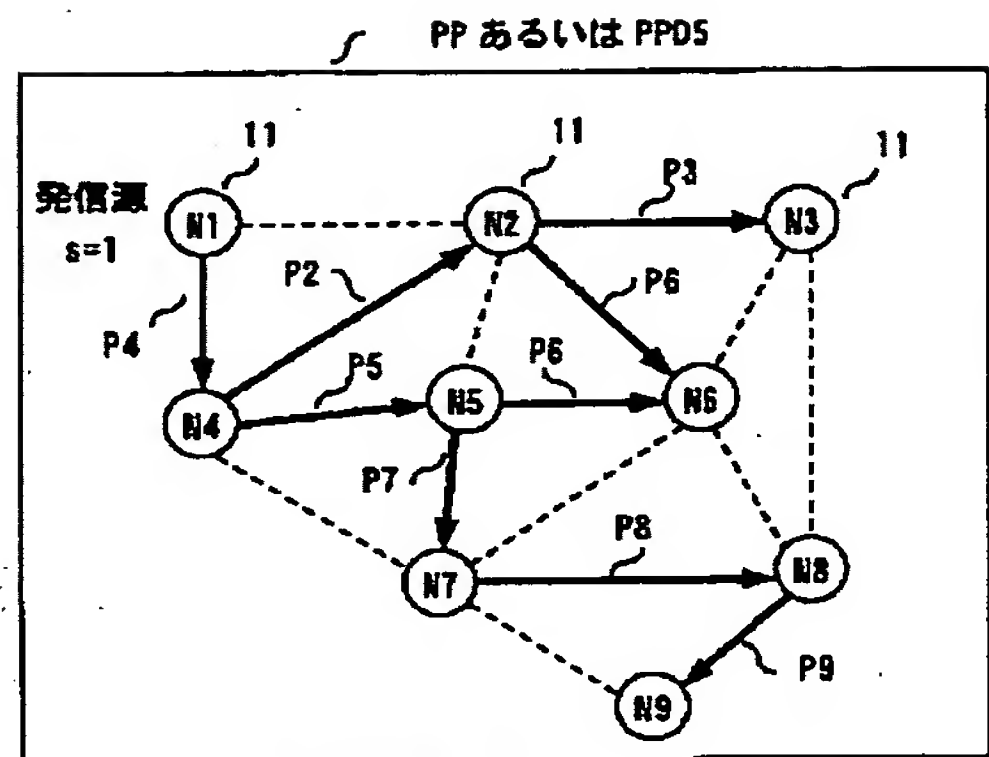
t	0	1	2	3	4	5
X1	1	1	1	1		
X2	0	0	①	1		
X3	0	0	0	①		
X4	0	1	1	1		
X5	0	0	①	1		
X6	0	0	0	0		
X7	0	0	0	①		
X8	0	0	0	0		
X9	0	0	0	0		

状態 1706

t	0	1	2	3	4	5
X1	1	1	1	1	1	1
X2	0	0	1	1	1	1
X3	0	0	0	1	1	1
X4	0	1	1	1	1	1
X5	0	0	1	1	1	1
X6	0	0	0	0	1	1
X7	0	0	0	1	1	1
X8	0	0	0	0	1	1
X9	0	0	0	0	0	1

【図19】

水先案内平面



PP: 水先案内平面

PP05: 水先案内平面

(遅延コード5以下のリンクによる)

11: ノード

Pi: ノードiの水先案内ベクトル

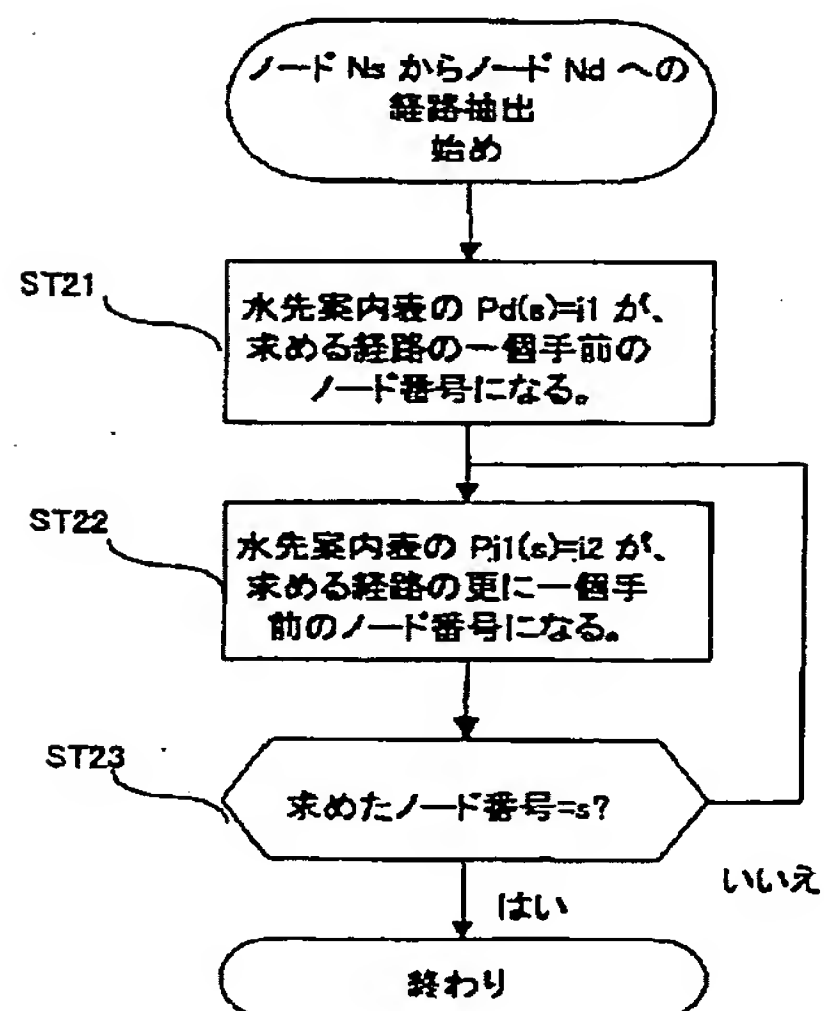
【図39】

通常のOSPFのハローパケットのオプション部

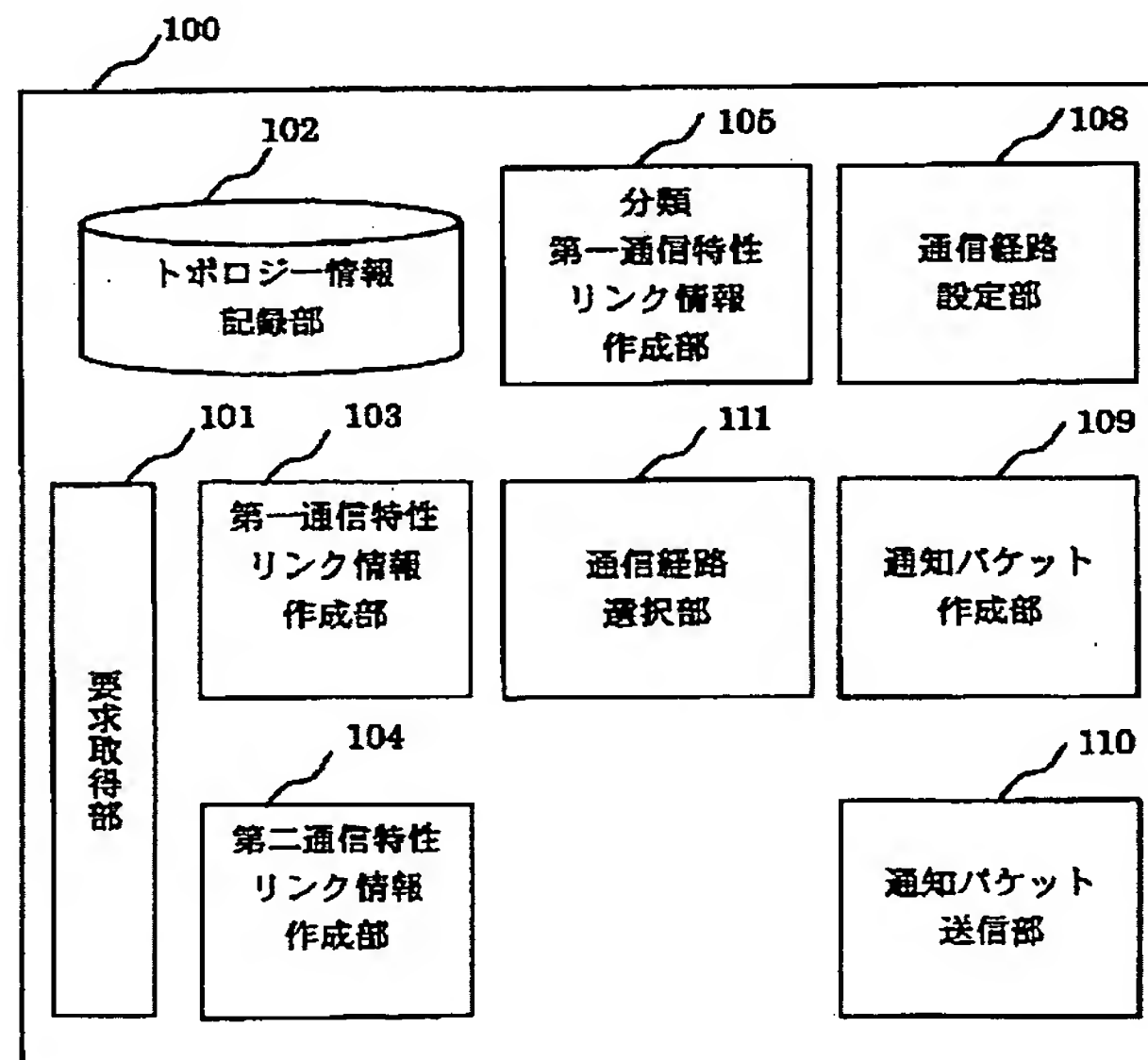
0	1	2	3	4	5	6	7
*	*	DC	EA	N/P	MC	E	*

【図23】

実施の形態1で、ノードNsからノードNdへの
要求帯域Rの経路を抽出する手順を示すフロー図

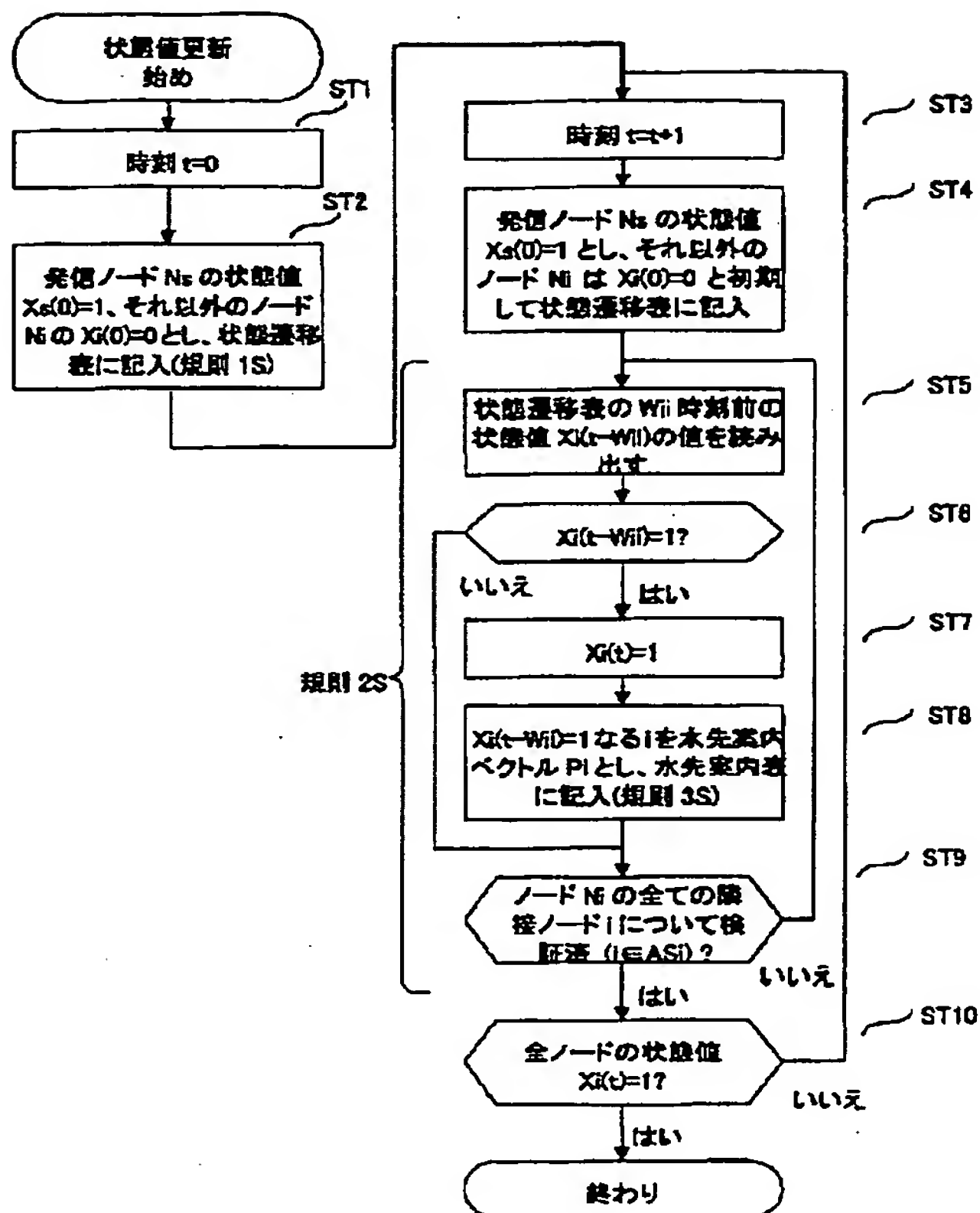


【図24】

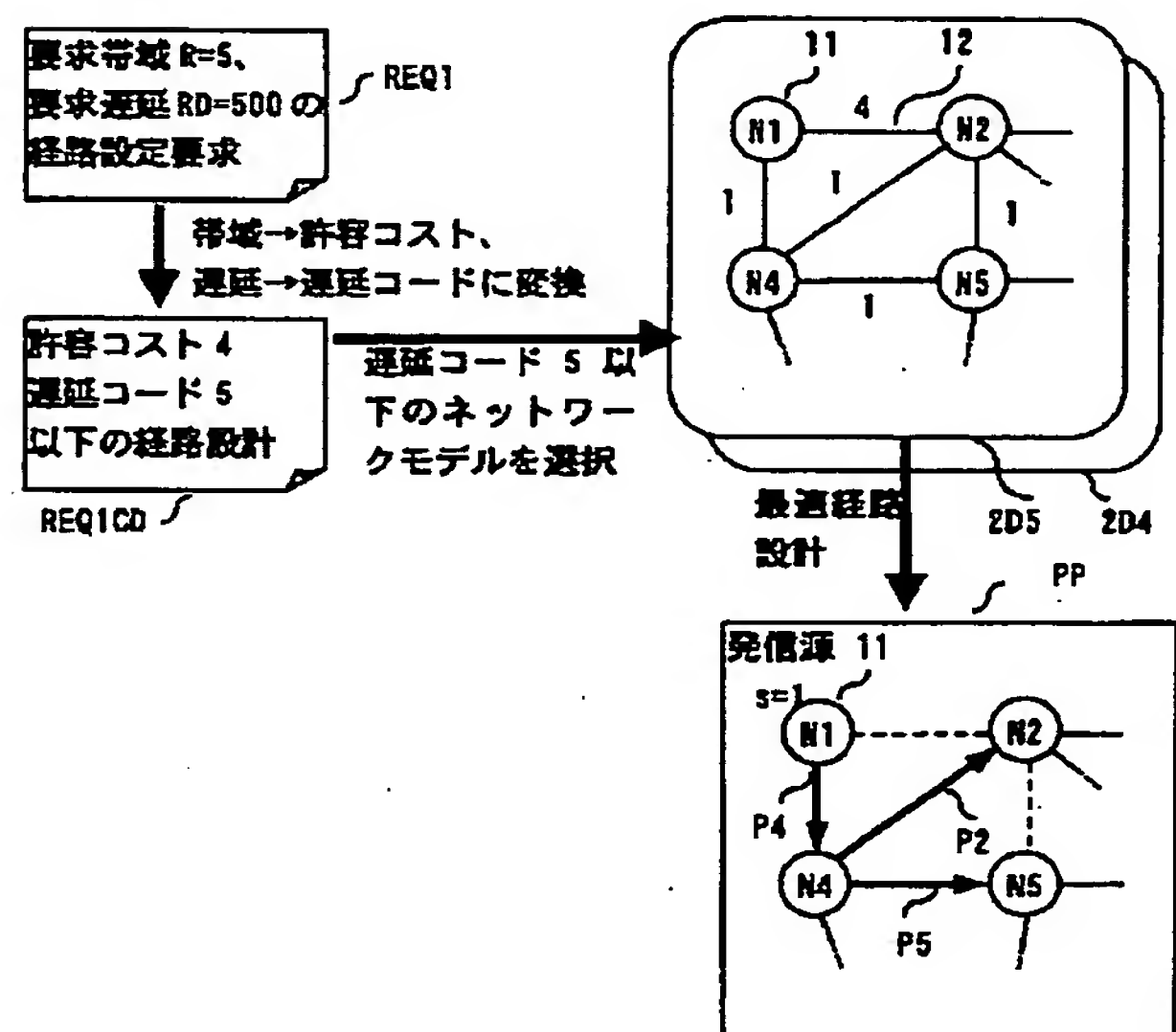


【図22】

実施の形態1の最適経路設計の手順を示すフロー図

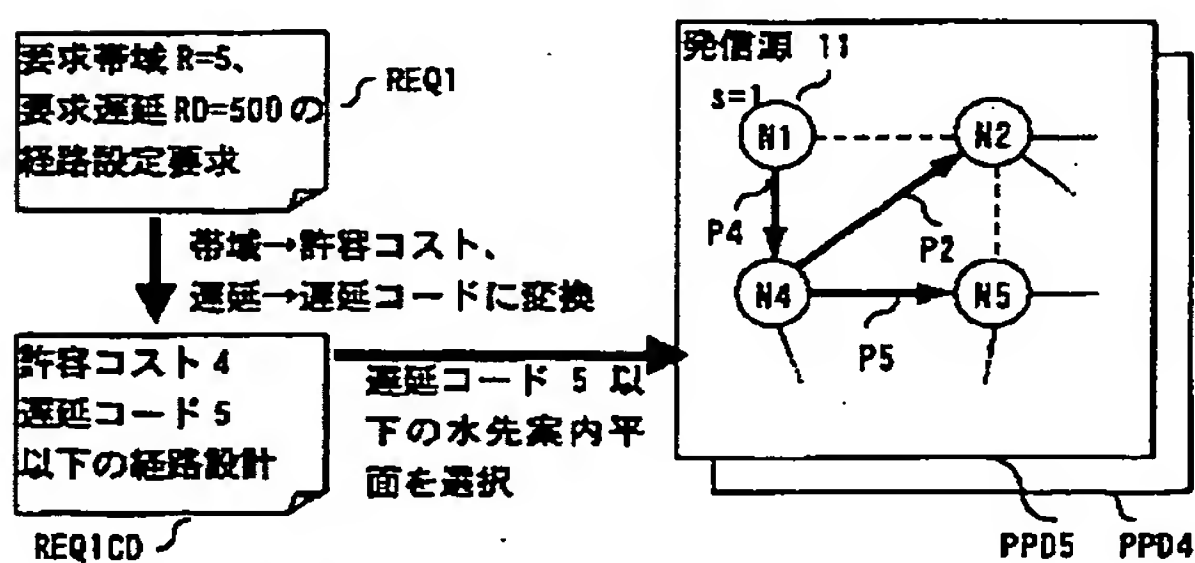


【図25】

実施の形態2の第1の例における最適経路設計の流れを示す図
(個別の経路設計の要求に依存する処理)

REQ1: 経路設計要求
 REQ1CD: コード化された経路設計要求
 2D5: 遅延コード 5 以下のリンクによるネットワークモデル
 2D4: 遅延コード 4 以下のリンクによるネットワークモデル
 PP: 水先案内平面(遅延コード 5 以下のリンクによる)
 11: ノード、12: リンク、 P_i : ノード i の水先案内ベクトル

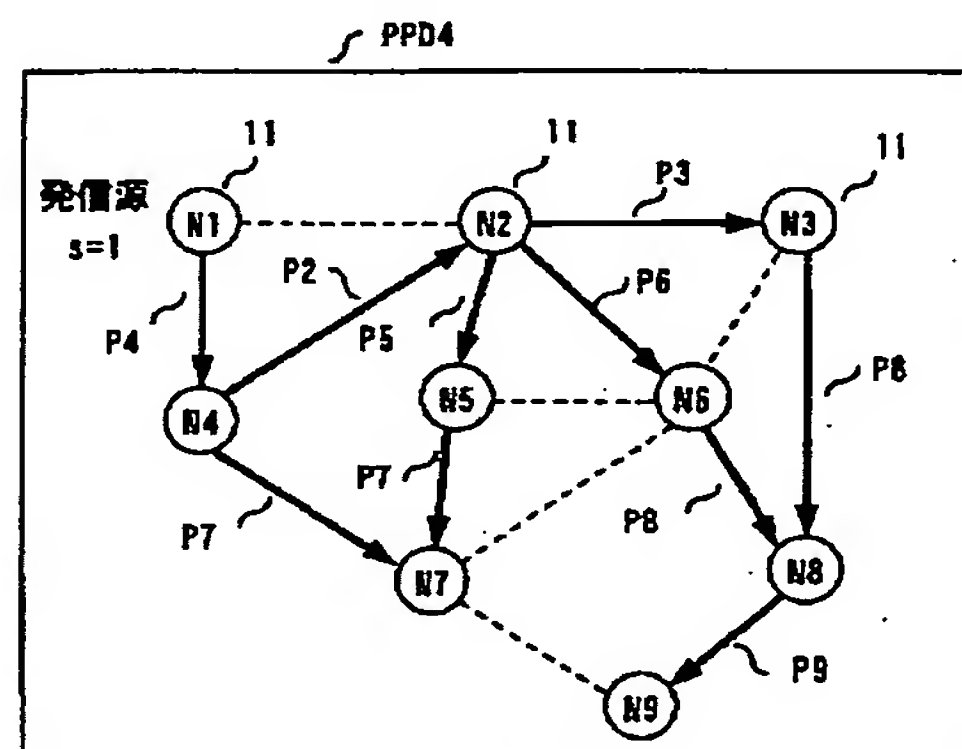
【図27】

実施の形態2の第2の例における最適経路設計の流れを示す図
(個別の経路設計の要求に依存する処理)

REQ1: 経路設計要求
 REQ1CD: コード化された経路設計要求
 2D5: 遅延コード 5 以下のリンクによるネットワークモデル
 2D4: 遅延コード 4 以下のリンクによるネットワークモデル
 PPD5: 水先案内平面(遅延コード 5 以下のリンクによる)
 PPD4: 水先案内平面(遅延コード 4 以下のリンクによる)
 11: ノード、12: リンク、 P_i : ノード i の水先案内ベクトル

【図28】

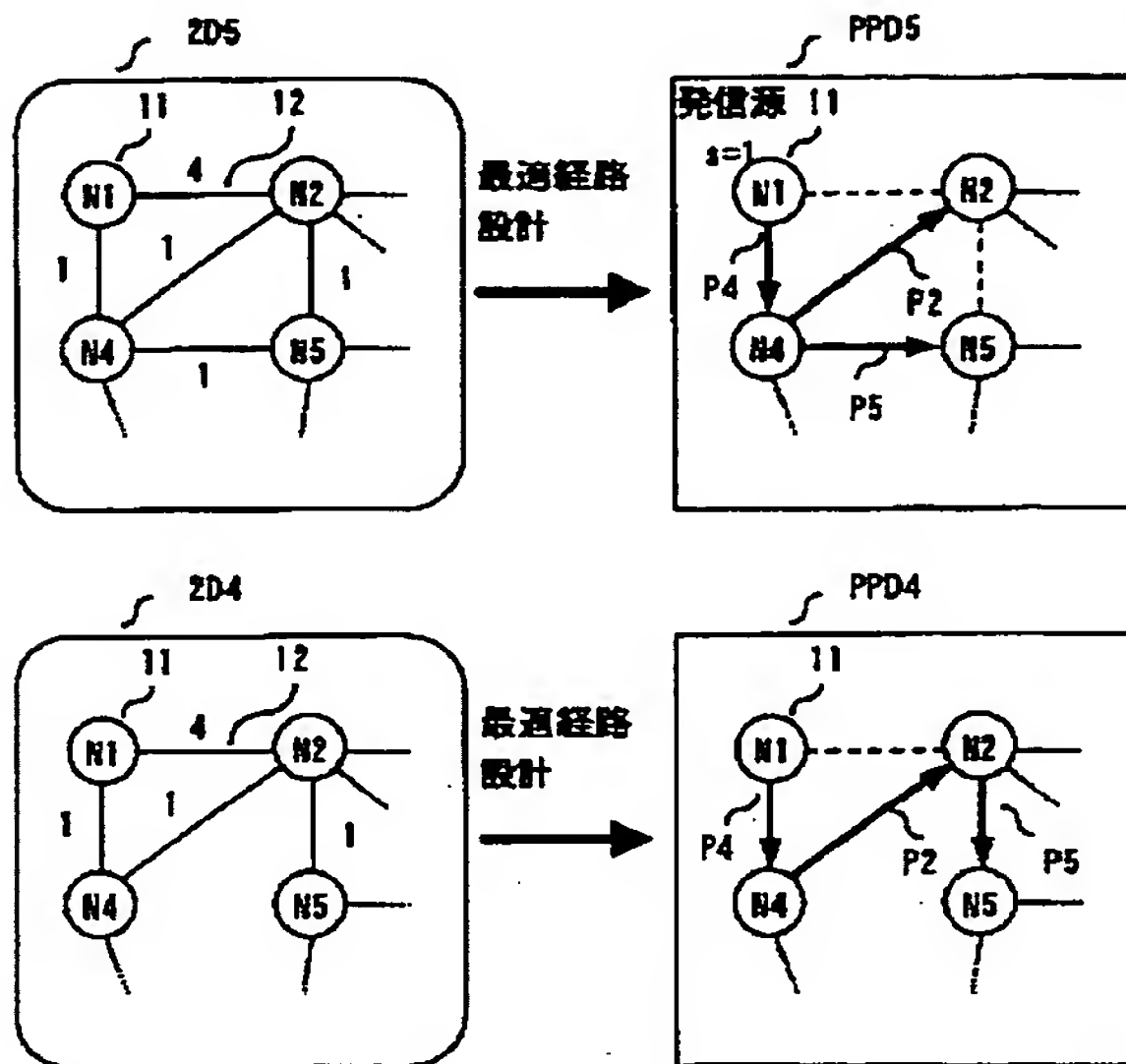
水先案内平面(遅延コード4以下のリンクによる)



PPD4: 水先案内平面
 (遅延コード 4 以下のリンクによる)
 11: ノード
 P_i : ノード i の水先案内ベクトル

【図26】

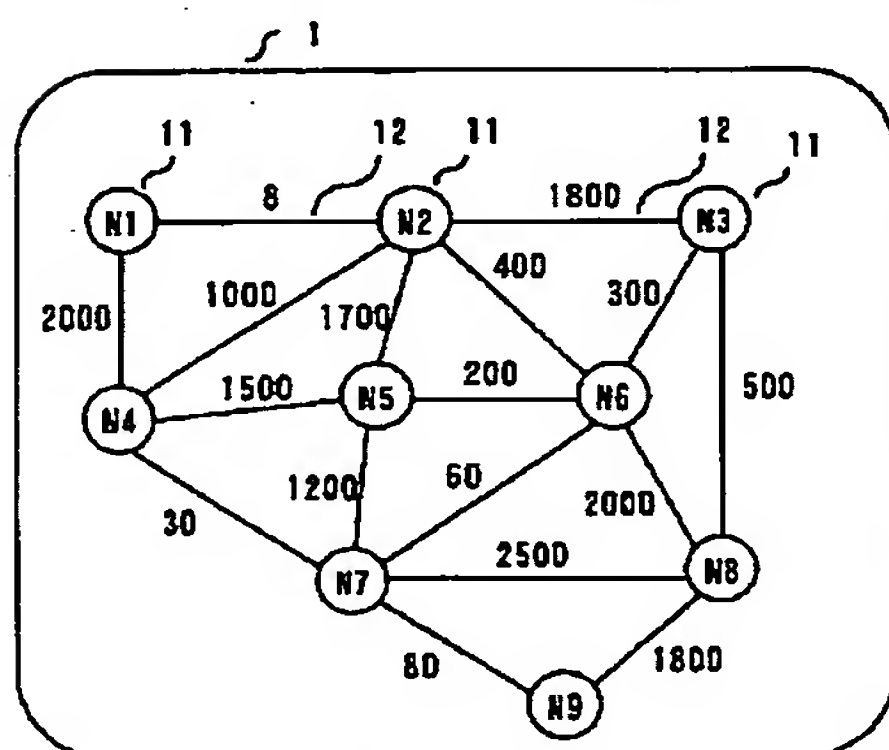
実施の形態2の第2の例における最適経路設計の流れを示す図
(個別の経路設計の要求に依存しない処理)



ZD4: 遅延コード4以下のリンクによるネットワークモデル
ZD5: 遅延コード5以下のリンクによるネットワークモデル
PP4: 水先案内平面(遅延コード4以下のリンクによる)
PP5: 水先案内平面(遅延コード5以下のリンクによる)
11: ノード
12: リンク
Pi: ノードiの水先案内ベクトル

【図31】

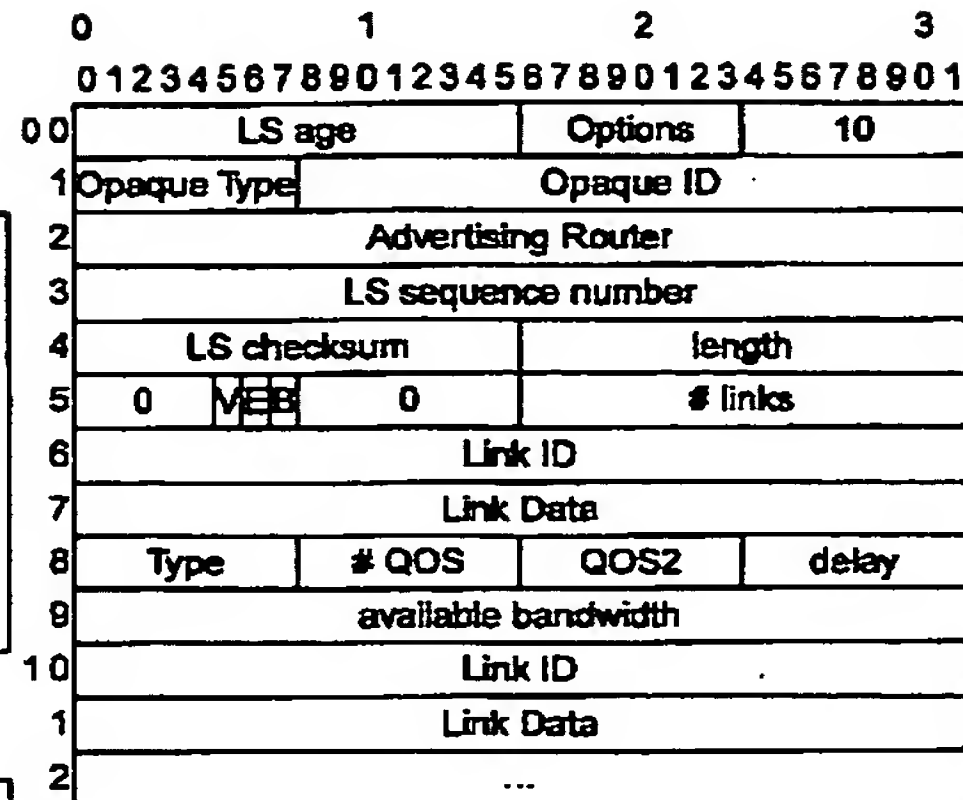
従来例1の通信ネットワーク図



1: 通信ネットワーク
11: ノード
12: リンク

【図30】

実施の形態3におけるLSAの様式



【図34】

従来例1の変化ノードルーティング表 RCH

	1	2	3	4	5	6
N1	*	*	*	*	*	*
N2	1	1	1	0	0	0
N3	0	1	1	1	0	0
N4	1	0	0	0	0	0
N5	0	1	0	0	0	0
N6	0	1	1	1	1	0
N7	0	1	1	0	0	0
N8	0	0	1	1	0	0
N9	0	0	1	1	1	0

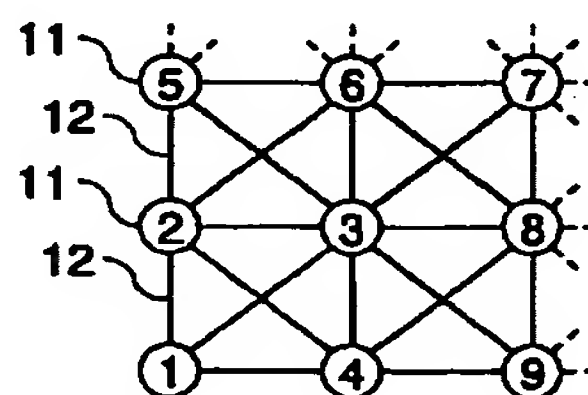
【図33】

従来例1のルーティング進行ノード表 RNB

	1	2	3	4	5	6
N1	*	*	*	*	*	*
N2	1	4	5	5	5	5
N3	0	2	2	2	2	2
N4	1	1	1	1	1	1
N5	0	4	4	4	4	4
N6	0	2	2	2	8	8
N7	0	4	5	5	5	5
N8	0	0	7	7	7	7
N9	0	0	7	7	8	8

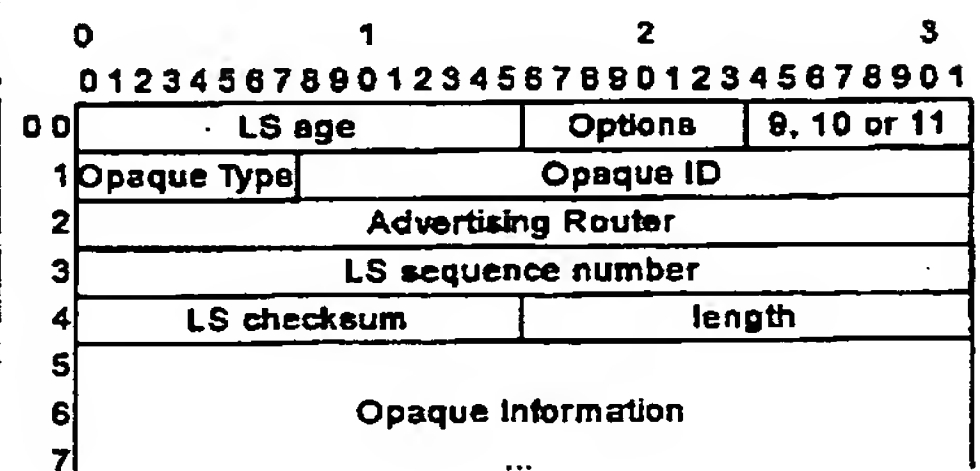
【図47】

メッシュ型トポロジー



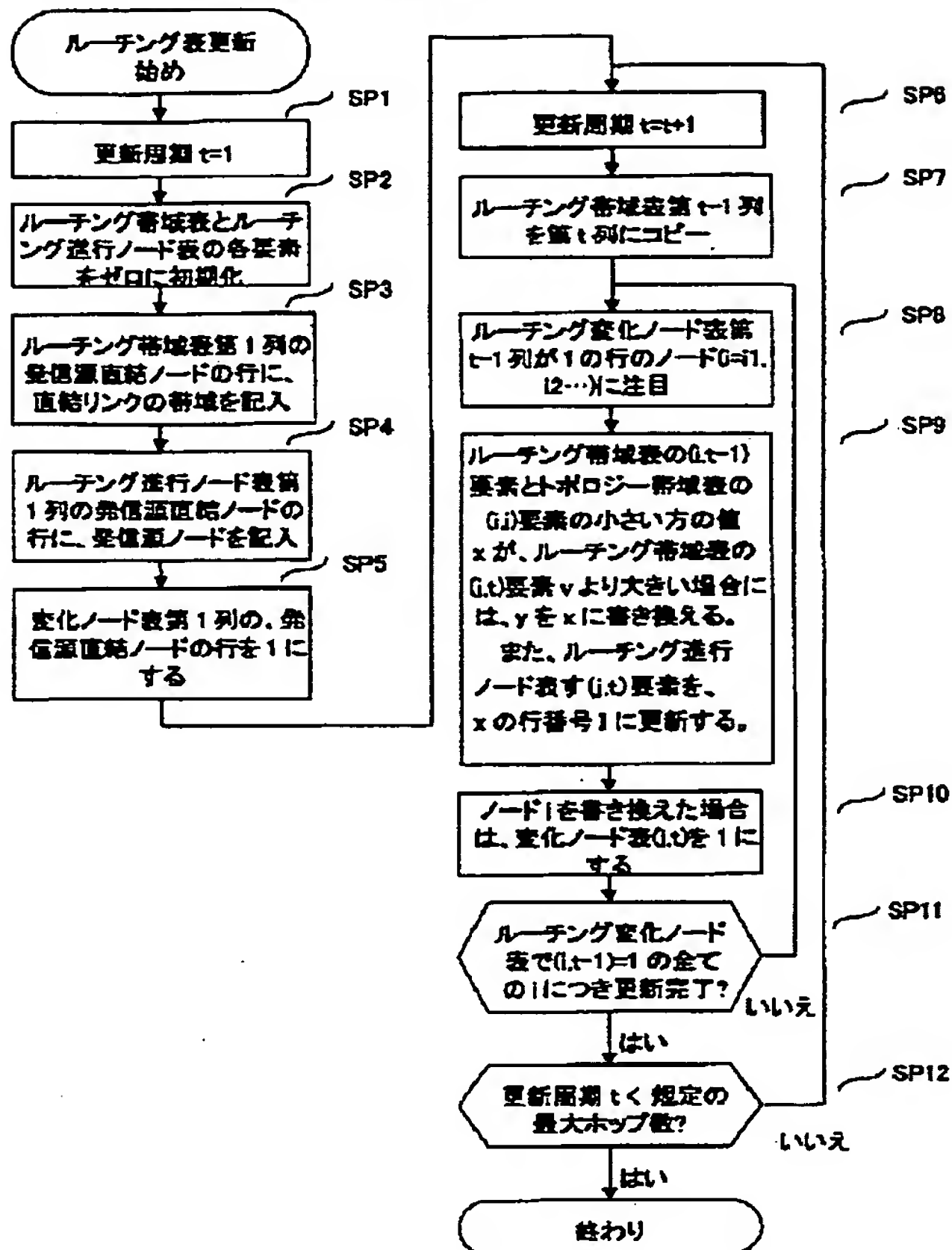
【図38】

Opaque LSAのLSAの様式を示す図



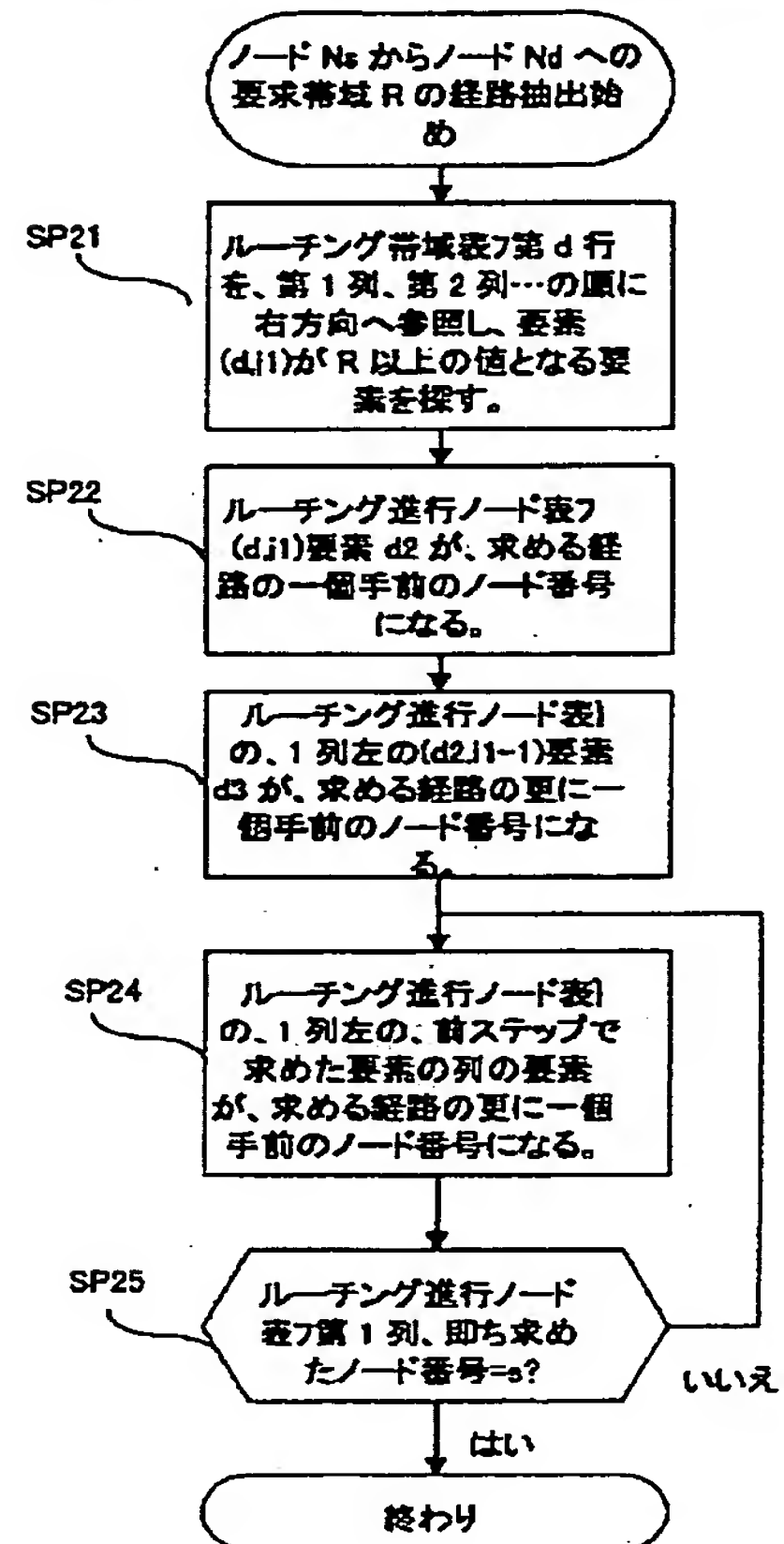
【図35】

従来例1の最適経路設計の手順を示すフロー図



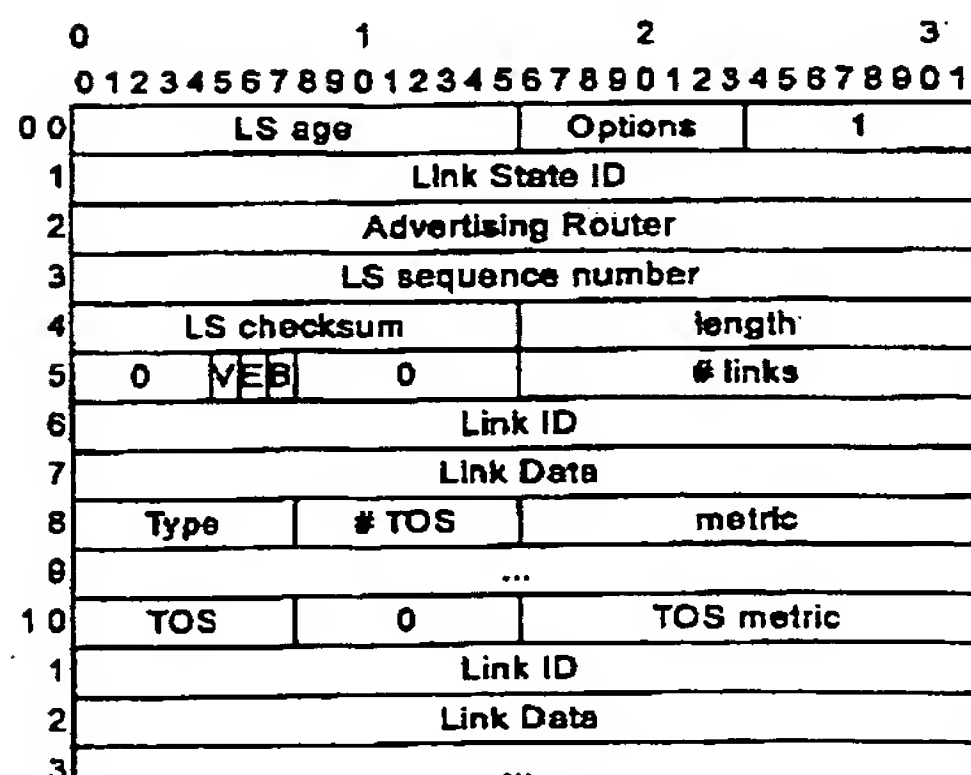
【図36】

従来例1のノードNsからノードNdへの要求帯域Rの経路を抽出する手順を示すフロー図



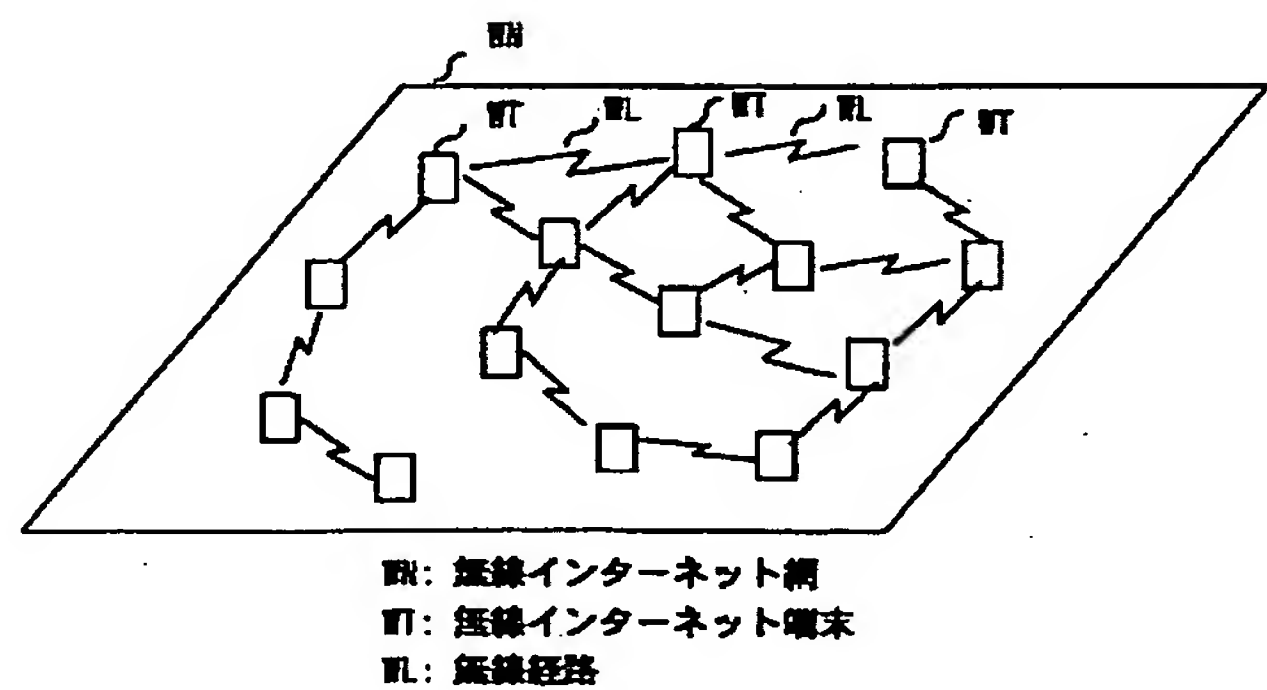
【図37】

OSPFのルータ用LSAの様式を示す図



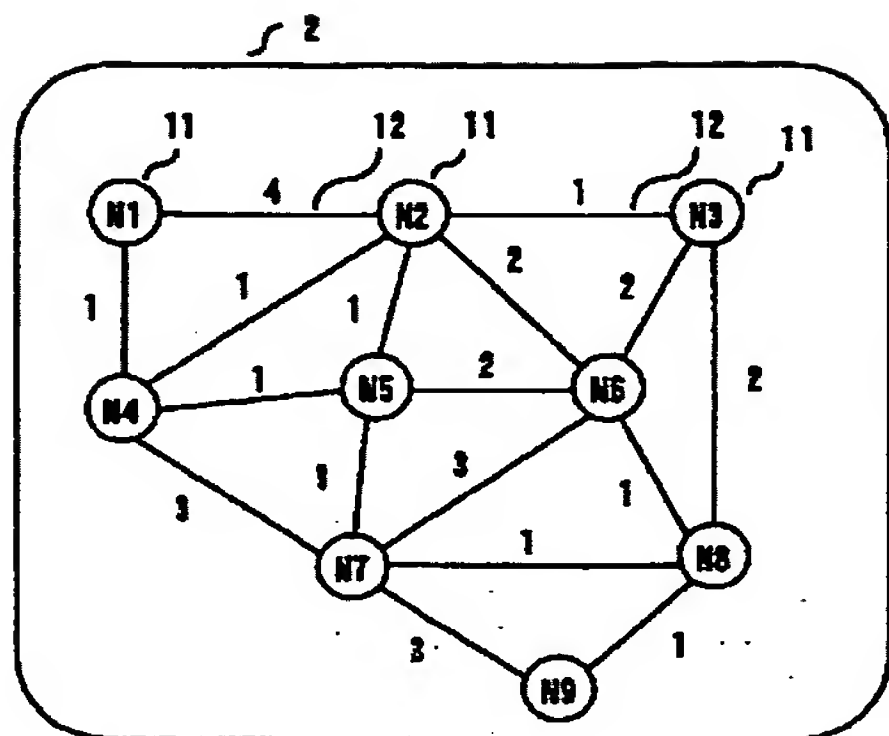
【図40】

ネットワークの構成例



【図41】

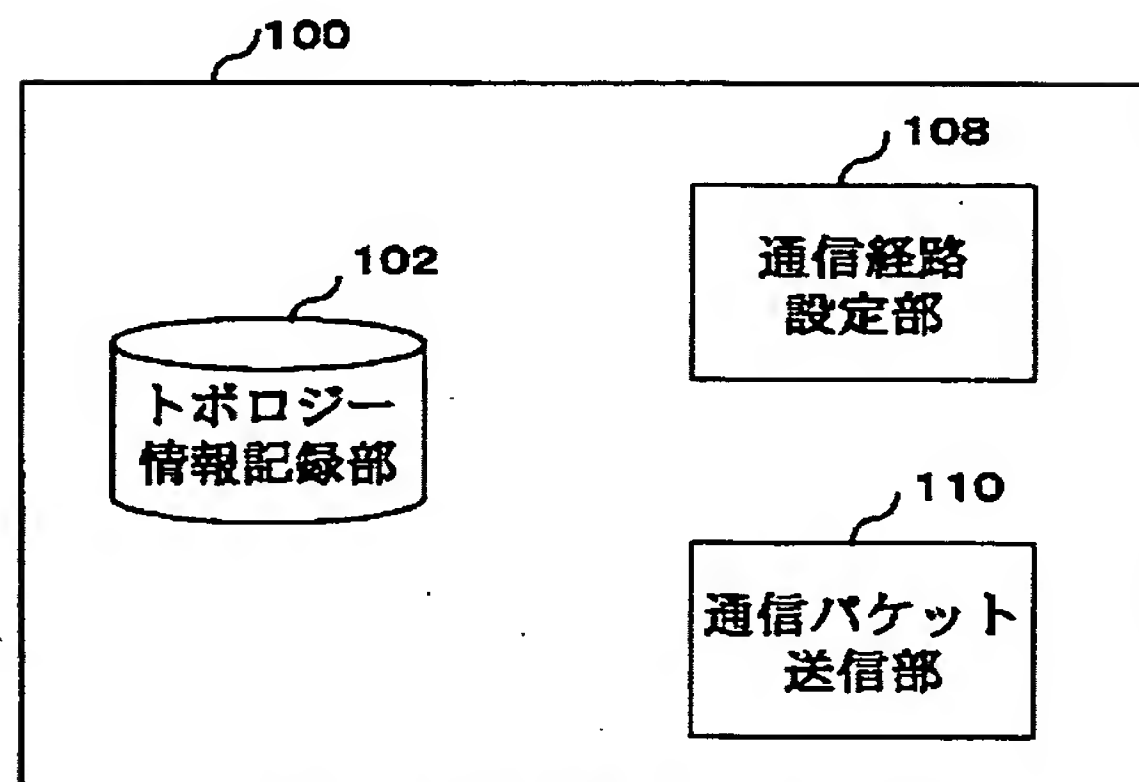
ネットワークモデル



2: ネットワークモデル
11: ノード
12: リンク

【図42】

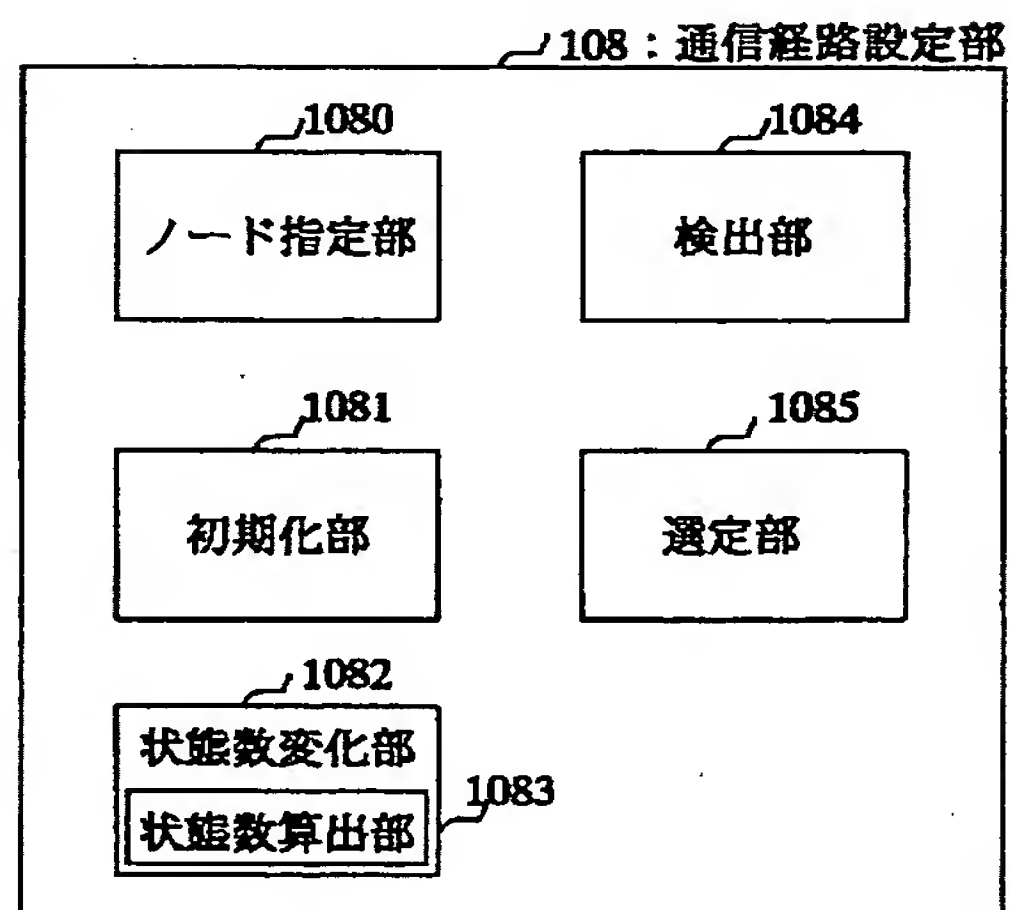
通信経路設定装置の機能ブロック図



100: 通信経路設定装置

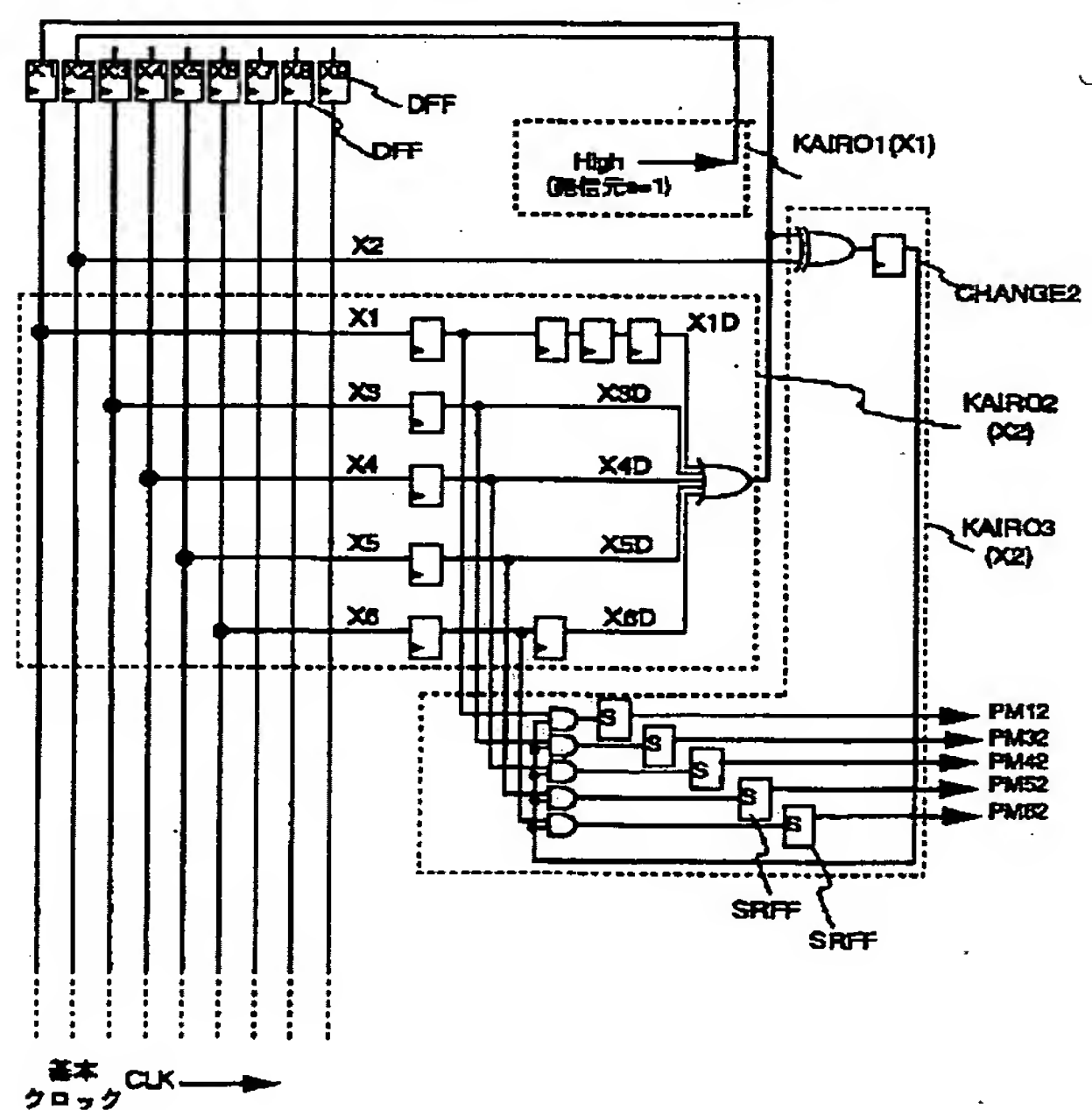
【図43】

通信経路設定部の構成図



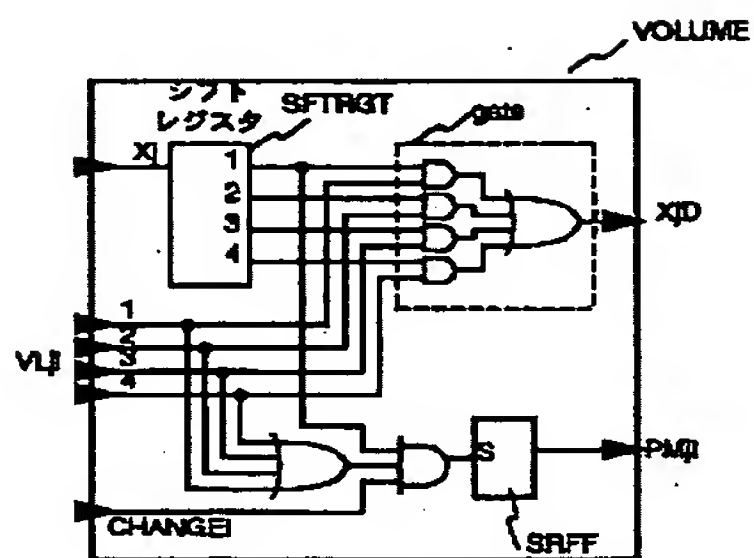
【図44】

最適経路設計をハードウェア論理回路で実現する例



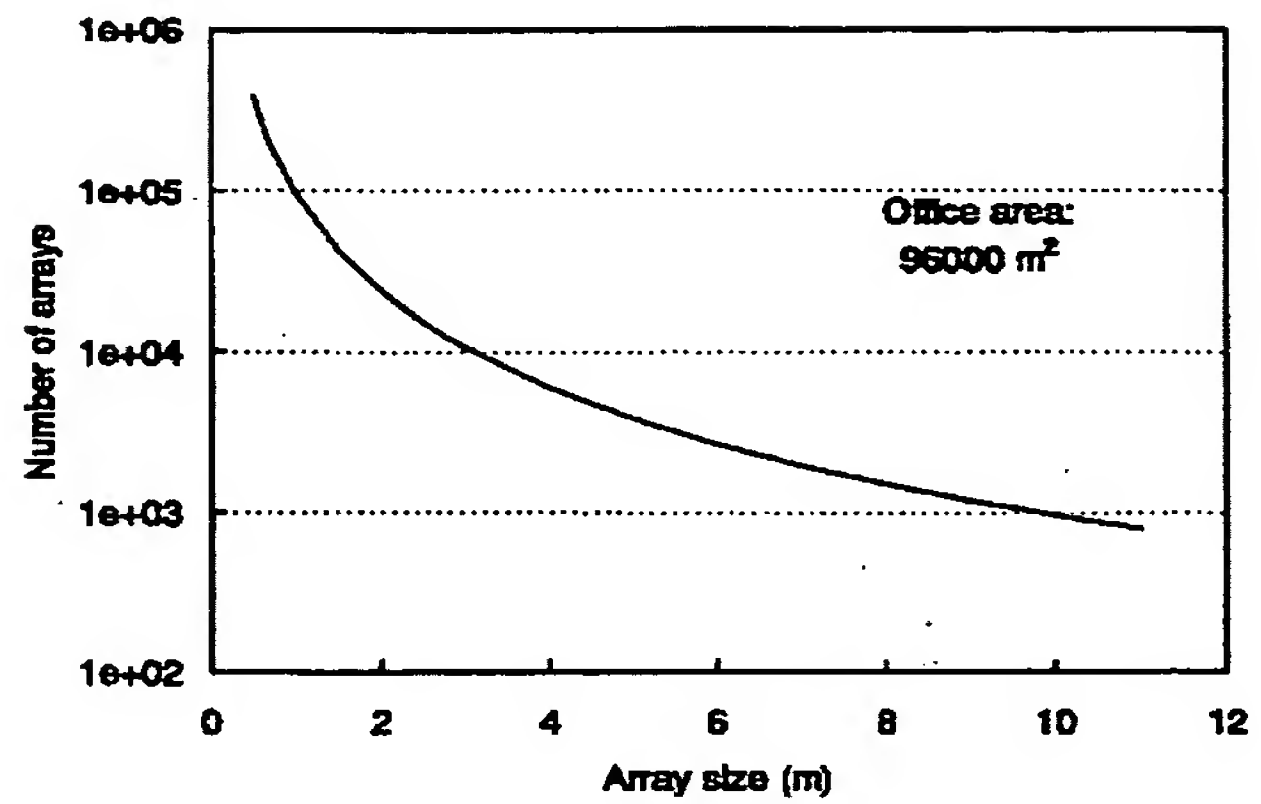
【図45】

ハードウェアによるボリューム回路例



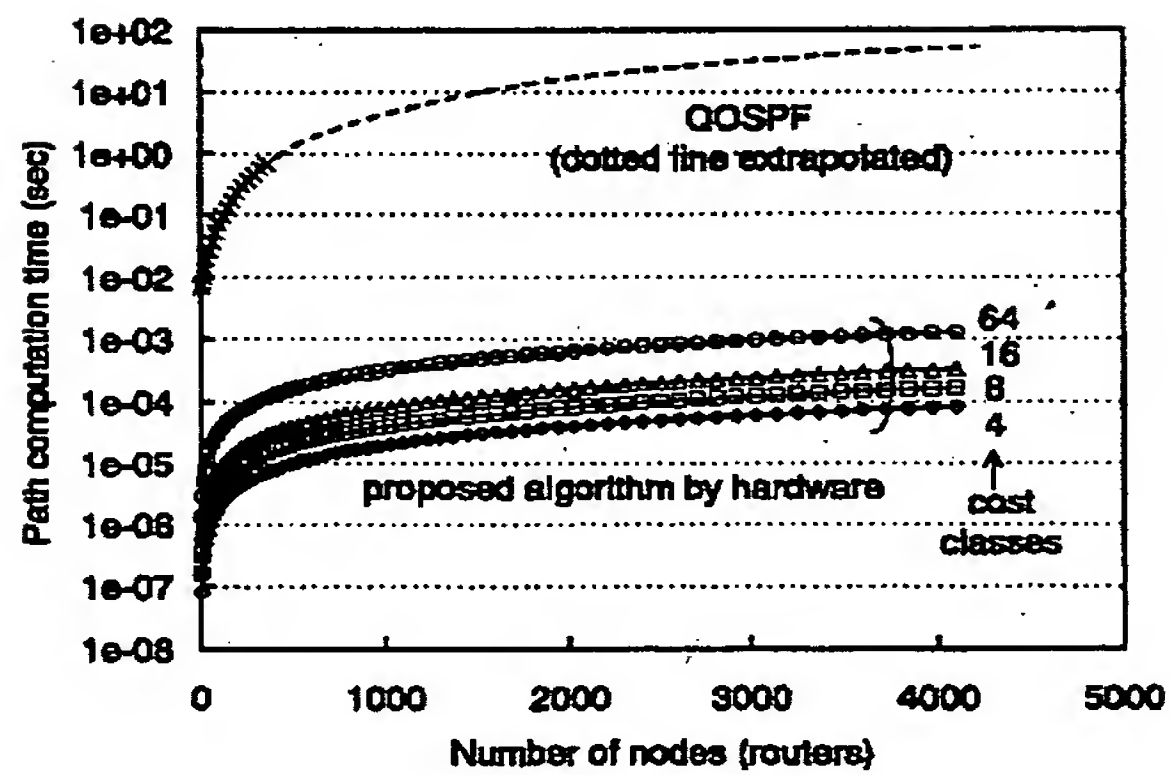
【図46】

オフィス空間に配置するアレイサイズとアレイ数



【図48】

経路設計時間の比較



JAPANESE

[JP,2003-152786,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS
DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A weighting value setting means to set up the weighting value as a reference value of the selection at the time of communicating for each [which was connected to other terminals which adjoin an end] channel of every using these channels, When it comes in the form where the root retrieval demand for setting up the root of the communication link which used the predetermined terminal as the communicative phase hand from other terminals added said weighting value of the channel via which it went till then, A root retrieval demand junction means to send out to the predetermined channel which referred to the weighting value of each channel connected to this on the basis of the end of a local, and was chosen from among these channels in the form where the weighting value of the channel was added, When the root retrieval demand which used the end of a local as the communicative phase hand comes The wireless terminal characterized by providing a root decision means to determine the optimal root based on said weighting value of the added channel via which it went till then, and a notice means of a root retrieval result to notify the root determined by this root decision means to the sending-out origin of a root retrieval demand.

[Claim 2] A bit error rate measurement means to measure the bit error rate of each channel connected to other terminals which adjoin an end, A transfer rate setting means to set up the data transfer rate which was connected to other terminals which adjoin an end and which used those channels for said every channel, A weighting value setting means to set up the weighting value as a reference value for setting up the root of the communication link performed between a phase hand's terminals using each channel based on measurement and the contents of a setting of these bit error rate measurement means and the transfer rate setting means, A root retrieval demand sending-out means to send out the root retrieval demand which added those weighting values to each channel connected to this on the basis of the end of a local when starting a communication link after choosing the root as the method of a course of the channel between predetermined phase hands, and said root retrieval demand When it comes in the form which added said weighting value of the channel via which it went till then, A root retrieval demand junction means to send out to the predetermined channel which referred to the weighting value of each channel connected to this on the basis of the end of a local, and was chosen from among these channels in the form where the weighting value of the channel was added, When the root retrieval demand which used the end of a local as the communicative phase hand comes A root decision means to determine the optimal root based on said weighting value of the added channel via which it went till then, When the notice by this notice means of a root retrieval result comes to the notice means [to notify the root determined by this root decision means to the sending-out origin of a root retrieval demand] of root retrieval result, and sending-out origin of a root retrieval demand, The wireless terminal characterized by providing a communication link initiation means to start a communication link to the phase hand of said communication link according to the root shown in this.

[Claim 3] A weighting value setting means to set up the weighting value as a reference value of the selection at the time of communicating for each [which was connected to other terminals which adjoin an end] channel of every using these channels, A root retrieval demand sending-